



Ministerio de Medio Ambiente
Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología



23 SEP 1998

NOTA TÉCNICA S.T.A.P. nº 28

SISTEMAS CONVECTIVOS DE MESOESCALA - 97

Caracterización a partir de las
imágenes de satélite

*Nota Técnica del
Servicio de Técnicas
de Análisis y Predicción (STAP)*

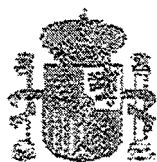
La maquetación de este documento se ha realizado
en el Centro de Documentación Meteorológica del I.N.M.

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Medio Ambiente ©

NIPO: 310-98-027-0
Depósito Legal: M-31882-1998

Imprime: Centro de Publicaciones

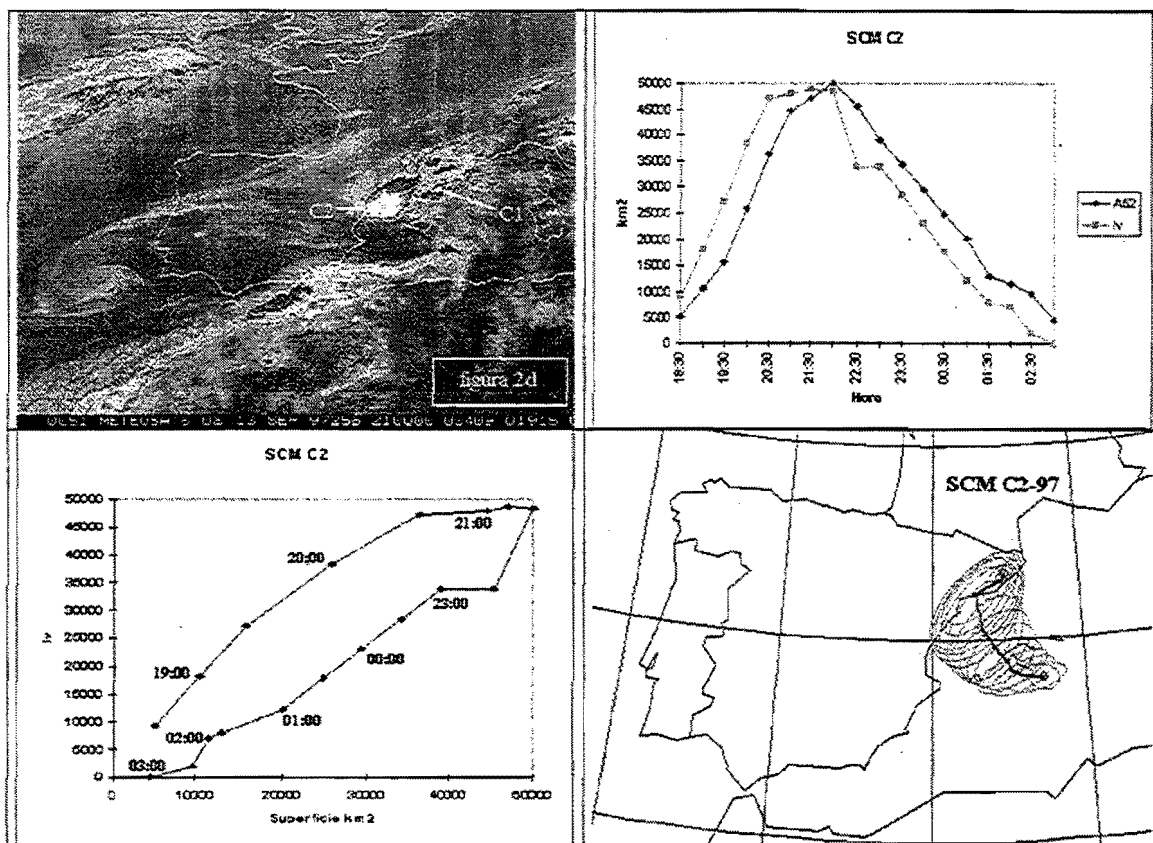
Impreso en papel reciclado



NOTA TECNICA S.T.A.P. N° 28

SISTEMAS CONVECTIVOS DE MESOESCALA-97

Caracterización a partir de las imágenes de satélite



AREA DE PREDICCION

**SERVICIO DE TECNICAS DE
ANALISIS Y PREDICCION**

**EDICION
15- Junio- 1998**

NOTA TECNICA N° 28

**REVISION
-0-**

**SISTEMAS CONVECTIVOS DE
MESOESCALA-97**

**A. Martín Sanz
O. Carretero Porris
P. Castro Lobera
R. Riosalido Alonso**

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA
Subdirección General de Redes, Sistemas y Producción Meteorológica

INDICE

- **I.- INTRODUCCION**

- **II.- BASE DE DATOS**

- **III.- METODOLOGIA**

- **IV.- CASOS DE ESTUDIO**

IV.1.- Situación 1-2 de Septiembre:	SCM B1, B3, B4, B5, B6 y B7
IV.2.- Situación 13-14 de Septiembre:	SCM C1, C2 y C5-6
IV.3.- Situación 16-18 de Septiembre:	SCM D1 y D3
IV.4.- Situación 19-20 de Septiembre:	SCM F1 y F2
IV.5.- Situación 24-25 de Septiembre:	SCM G1 y G2
IV.6.- Situación 26-28 de Septiembre:	SCM H1, H2, H3, H4 y H5
IV.7.- Situación 28-30 de Septiembre:	SCM I1, I3, I4, I6 y I7
IV.8.- Situación 6-7 de Octubre:	SCM K2, K3, K4 y K5

- **V.- RESUMEN**

V.1.- Distribución temporal

V.2.- Tamaño

V.2.1.- Longitud

V.2.2.- Extensión

V.3.- Excentricidad

V.4.- Temperatura mínima

V.5.- Duración

V.6.- Ciclo diurno

V.7.- Localizaciones

V.8.- Movimiento

V.8.1.- SCM cuasi-estacionarios

V.8.2.- SCM móviles

- **VI.- CONCLUSIONES**

- **VII.- REFERENCIAS**

- **ANEXO I**

I.- INTRODUCCION

Esta Nota Técnica presenta el estudio que se ha llevado a cabo con los Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM) que surgieron durante los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre de 1997. Se retoma, pues, la línea de trabajo iniciada en 1989 y que continuó durante los años 1990, 1991, 1992, 1993 y 1994 (Notas Técnicas números: 1, 9, 12, 14, 15 y 24 del STAP).

Para los años 1995 y 1996 no se han elaborado climatologías, ya que los esfuerzos del STAP en esos años estuvieron encaminados a mejorar el método de estudio, más que a aumentar la base de datos de los SCM. El resultado de este trabajo ha supuesto un cambio sustancial, ya que el análisis de las imágenes IR para la detección de SCM, que en años precedentes se hacía casi en su totalidad de forma manual, actualmente está prácticamente automatizado.

Para la selección de los SCM se han seguido los mismos criterios ya utilizados en el año 1994, es decir:

- el escudo nuboso medido bajo la isoterma de -52°C debe ser mayor de 10.000 km^2 y esta área tiene que mantenerse al menos durante 3 horas.
- el área geográfica se reduce a la ventana $35^{\circ}\text{N}/45^{\circ}\text{N}$ de latitud y $5^{\circ}\text{E}/10^{\circ}\text{W}$ de longitud,

Por lo tanto, se analizarán solamente aquellos SCM, que cumpliendo el criterio de tamaño y duración, en algún momento de su ciclo de vida se encuentren dentro de esta ventana. Con estos criterios se han seleccionado 29 casos distribuidos en 8 situaciones meteorológicas, 7 de ellas tuvieron lugar durante el mes de Septiembre y 1 en Octubre.

A lo largo de este documento se detalla el estudio que se ha llevado a cabo con cada uno de los SCM, mostrando para cada sistema, las imágenes de satélite más representativas, las gráficas que describen su ciclo de vida, (en las que se han introducido algunas variaciones con respecto a climatologías anteriores), y un resumen que muestra los resultados climatológicos de este año, para la muestra total de SCM del otoño de 1997, comparándolos, cuando es posible, con años precedentes. Finalmente se exponen algunas conclusiones que se pueden extraer de los 29 SCM estudiados y de la nueva metodología empleada en el análisis de las imágenes IR del METEOSAT.

II.- BASE DE DATOS

La tabla II.1 muestra un resumen de los 29 SCM que surgieron en 1997 con el nombre del sistema, la duración del mismo y la zona geográfica afectada. Cada situación meteorológica que dio lugar a uno o más SCM se ha nombrado con la misma letra y, después de ésta, aparece un número que indica la posición en el tiempo en la que iba surgiendo cada uno de los SCM. Así, por ejemplo, la situación F abarcó desde el 19 al 20 de Septiembre, y dio lugar a dos SCM, el F1, que apareció el 19, y el F2, que apareció el día 20. Cuando alguna numeración no aparece, es debido a que el sistema no superó los umbrales para ser considerado como SCM.

Por último, el sistema C5-6, ha sido nombrado de esta forma ya que no se dispone de imágenes en un intervalo temporal y se desconoce si, después de éste, el SCM C5 continúa como tal, o es un nuevo sistema, el C6, por lo que se decidió considerar ambos sistemas como uno sólo, que se denominó C5-6.

La duración que aparece reflejada en la segunda columna se ha calculado desde el instante en que el sistema alcanza el tamaño de 10.000 km^2 , medido bajo la isoterma de -52°C , hasta que pierde esta extensión. En el caso del SCM B1 no se incluye este dato ya que antes de perder los 10.000 km^2 se funde con el B3.

Finalmente hay que señalar que a lo largo del documento se hace referencia a 4 puntos asociados al ciclo de vida de los SCM, estos puntos fueron ya utilizados en la climatología del año 1994 (NT N°24, STAP) y en el Proyecto CICYT CLI95-1776 (NT N°29, STAP). Brevemente su definición es la siguiente:

- Punto P1.- Primeras Tormentas: Punto en el que el área bajo la isoterma de $-52^\circ\text{C} > 0$.
- Punto P2.- Inicio: Punto en el que el área bajo la isoterma de $-52^\circ\text{C} > 10.000 \text{ Km}^2$.
- Punto P3.- Máximo desarrollo: Punto en el que el área de -52°C es máxima.
- Punto P4.- Disipación: Punto en el que el área bajo la isoterma de $-52^\circ\text{C} < 10.000 \text{ Km}^2$.

Tabla II.1.- SCM que surgieron durante los meses de Septiembre a Noviembre de 1997

SCM	Fecha	Duración	Zona afectada
B1	01/Septiembre/1997 (97244)		NE de la Península S de Francia
B3	01-02/Septiembre/1997 (97244-245)	07:00	NE de la Península SE de Francia
B4	01-02/Septiembre/1997 (97244-245)	07:00	N de Africa Mediterráneo Occidental
B5	02/Septiembre/1997 (97245)	07:30	Golfo de León
B6	02/Septiembre/1997 (97245)	06:30	Golfo de León
B7	02/Septiembre/1997 (97245)	05:30	E de Baleares Mediterráneo Occidental W de Cerdeña
C1	13/Septiembre/1997 (97256)	03:30	Cataluña Golfo de León
C2	13-14/Septiembre/1997 (97256-257)	07:00	Baleares Mediterráneo Occidental Cataluña
C5-6	14-15/Septiembre/1997 (972557-258)	03:30	Golfo de Valencia
D1	16-17/Septiembre/1997 (97259-260)	15:30	Norte de Africa
D3	17-18/Septiembre/1997 (97260-261)	09:30	Norte de Africa
F1	19-20/Septiembre/1997 (97262-263)	07:00	Norte de Africa

SCM	Fecha	Duración	Zona afectada
F2	20/Septiembre/1997 (97263)	06:00	Mediterráneo Sur
G1	24-25/Septiembre/1997 (97267-268)	09:30	Este de la Península Golfo de Valencia
G2	24/Septiembre/1997 (97267)	02:00	Cantabria País Vasco Mar Cantábrico
H1	26/Septiembre/1997 (97269)	10:30	Norte de Africa Sur de la Península
H2	26-27/Septiembre/1997 (97269-270)	13:30	Norte de Africa Sur y Este Peninsular
H3	27/Septiembre/1997 (97270)	12:30	Sur de la Península
H4	27-28/Septiembre/1997 (97270-271)	12:30	Norte de Africa Mar de Alborán Golfo de Valencia
H6	28/Septiembre/1997 (97271)	05:30	Golfo de Valencia
I1	28-29/Septiembre/1997 (97271-272)	11:30	SE de la Península
I3	29/Septiembre/1997 (97272)	02:30	N de Argelia Mediterráneo Sur
I4	29-30/Septiembre/1997 (97272-273)	16:00	N de Africa
I6	30/Septiembre/1997 (97273)	08:00	SE de la Península
I7	30/Septiembre/1997 (97273)	06:00	E de la Península

SCM	Fecha	Duración	Zona afectada
K2	06/Octubre/1997 (97279)	13:00	N de Baleares Golfo de León Sur de Francia
K3	06/Octubre/1997 (97279)	11:00	N de Africa Mar de Alborán
K4	06-07/Octubre/1997 (97279-280)	17:30	SE de Francia
K5	07/Octubre/1997 (97280)	02:30	Mediterráneo Occidental

III.- METODOLOGIA

Para la obtención de la base de datos en las climatologías de años anteriores, el principal problema con el que nos enfrentábamos, era la gran cantidad de tiempo que era necesario invertir para el estudio de cada uno de los SCM.

El procedimiento se desarrollaba en McIDAS, aislando cada sistema dentro de la imagen IR de forma manual. La extracción de datos, una vez que el área había sido aislada, se realizaba de forma automática con las herramientas propias del McIDAS y, posteriormente, el tratamiento de los datos se realizaba con programas desarrollados en PC.

La parte en la que se invertía mayor cantidad de tiempo era el proceso manual de aislar el área en la que se encontraba el SCM, que es la parte que se ha automatizado para el estudio de los sistemas de 1997.

Actualmente el estudio de SCM se lleva a cabo a través de un programa en lenguaje FORTRAN para McIDAS-X y que sigue básicamente los pasos siguientes (ver NT N°29):

- La situación meteorológica donde se piensa que existen uno o varios SCM, se estudia a través de un conjunto de imágenes IR del METEOSAT consecutivas en el tiempo. Se intenta que el intervalo entre imágenes sea de media hora, aunque el procedimiento funciona de forma correcta en el caso de que falte alguna.
- El programa lee el conjunto de imágenes y aísla todas las estructuras nubosas que tengan temperaturas menores de -52°C , sean SCM o no. El algoritmo utilizado en este apartado se basa en una variante de la técnica conocida como "etiquetado de componentes conectados" ("labelling technique") y que consiste en asignar una "etiqueta" a cada componente conectado identificado. Este algoritmo ya ha sido ampliamente aplicado para la identificación automática de células radar (Wiene and Yuter, 1992; Witt and Jhonson, 1993; Riosalido, 1996).
- Las estructuras nubosas aisladas se representan por elipses que cumplen dos condiciones:
 1. el área de cada elipse es la misma que la del sistema nuboso que representa.
 2. el centro de cada elipse coincide con el centroide del sistema nuboso.

Se eligió la elipse para representar los SCM ya que es una figura geométrica sencilla de tal forma que, conociendo solamente su centro, semiejes y orientación, es posible reproducirla en cualquier tipo de imagen o cartografía, proporcionando una representación esquemática de los SCM.

- Se calculan los siguientes parámetros asociados a cada elipse:
 1. posición del centro
 2. área de -52°C y de temperaturas menores, hasta -72°C , de 4 en 4 grados. Esto representa una variación con respecto a climatologías anteriores en las que se calculaban áreas desde -32°C hasta -72°C . Con el procedimiento automático que se ha desarrollado, una vez que se ha fijado el umbral de -52°C , ya no es posible recuperar temperaturas mayores, ya que quedan identificados únicamente los pixels con temperaturas menores o iguales a -52°C .
 3. semiejes con respecto al área de -52°C
 4. orientación
 5. temperatura mínima

Los datos obtenidos se almacenan en un fichero MD, uno por día.

- Para cada imagen pueden aparecer varias elipses, cada una de ellas se identifica con un número, que queda registrado en el MDF junto con sus parámetros asociados.
- Se identifica un mismo sistema nuboso en las diferentes imágenes, asociando el número, que puede ser distinto dependiendo de cada imagen, con un nombre. Este paso es el único que se realiza, por el momento, de forma manual. Aunque el proceso es rápido, ya que en la pantalla McIDAS se puede visualizar la secuencia de imágenes, con las elipses y el número que corresponde a cada una de ellas, es intención del STAP tener esta parte automatizada en posteriores campañas.
- Una vez que cada sistema ha sido identificado en la secuencia de imágenes es posible reconstruir las trayectorias uniendo las posiciones de los centros de las elipses, y se pueden calcular los parámetros relativos al desplazamiento, velocidad y dirección del sistema, que son también archivados en el MDF asociados al SCM correspondiente.
- Para su tratamiento posterior en PC los datos se vuelcan a un fichero ASCII.
- Hasta el momento tenemos un conjunto de sistemas nubosos. Para darles el carácter de SCM les imponemos la condición de que el área bajo la isoterma de -52°C se mantenga al menos durante 3 horas por encima de 10.000 km^2 .
- Por último solamente se estudiarán aquellos SCM que penetren en algún momento de su ciclo de vida en la ventana geográfica limitada por los siguientes paralelos y meridianos: $35^{\circ}\text{N}/45^{\circ}\text{N}$ y $5^{\circ}\text{E}/10^{\circ}\text{W}$.

Otra diferencia con respecto a climatologías anteriores de SCM es en lo referente al estudio del ciclo de vida de los SCM. El objetivo es establecer un modelo conceptual de evolución, a través

de las imágenes de satélite, que nos describan el paso de los sistemas por las fases de desarrollo o crecimiento, madurez y disipación. En estudios anteriores se ha venido abordando de diferentes formas, desde el estudio más sencillo a través de la evolución de las áreas bajo diferentes isotermas, índice convectivo definido como (área de -52°C)/(área de -32°C) (McAnelly and Cotton, 1986; Riosalido, 1988) que representaba la importancia relativa de los grandes desarrollos dentro del SCM y velocidad de crecimiento o expansión de las áreas bajo diferentes isotermas dado por la derivada del área con respecto al tiempo.

Para el estudio del ciclo de vida de los SCM de los sistemas de 1997 se ha estudiado el modelo de evolución basado en el Índice de Volumen (Szejwach and Desbois, 1978), ya utilizado en la climatología 89-93 (ver Nota Técnica N° 29 del STAP). Este índice es proporcional al volumen de la nube por encima de una determinada isoterma, en nuestro caso la de -52°C , y por tanto da información no sólo de la superficie del sistema, sino también de su desarrollo en la vertical. En nuestro caso, este índice se calcula fácilmente sumando las áreas bajo las isotermas desde -52°C hacia temperaturas más bajas de cuatro en cuatro grados, y vendrá expresado, por tanto, en km^2 . Si se representa este volumen frente a la superficie utilizada como referencia base se obtiene una representación del ciclo de vida del SCM que se asemeja a un proceso de histéresis (Arnaud *et al.*, 1992), caracterizado por una fase de crecimiento en que tanto la superficie como el volumen del sistema crecen (convección activa), posteriormente el volumen deja de crecer, aunque la superficie puede continuar creciendo (decaimiento de la convección) y finalmente cuando ambos decrecen (disipación).

Cada una de las situaciones meteorológicas que dieron lugar a SCM se han estudiado también a través de modelos numéricos al igual que se hizo en climatologías anteriores. En resumen, los pasos que se han seguido, y que aparecen desarrollados en el apartado IV para cada uno de los SCM son los siguientes:

- **Descripción general de la situación:** se hace una breve descripción del entorno sinóptico asociado a cada situación meteorológica. Para ello se hará referencia continua a los análisis objetivos y a las imágenes de satélite. El modelo utilizado ha sido el modelo de análisis HIRLAM con resolución 0.5 grados. Los campos que se muestran son los siguientes:

Panel 1.- geopotencial (mvp) e isotacas (kt) en 300 mb.

Panel 2.- geopotencial (mvp) y temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en 500 mb.

Panel 3.- humedad relativa (%) y el viento (kt) en 700 mb.

Panel 4.- presión en superficie y temperatura en 850 mb.

Las imágenes de satélite que se muestran son las de WV e IR de las horas más próximas a los análisis HIRLAM. Las imágenes IR se muestran realizadas con el realce PREVIMET.

- **Precipitaciones registradas:** se resumen en una tabla las precipitaciones máximas que se suponen asociadas al episodio, anotando la localidad, precipitación en mm e intervalo de tiempo en el que se han recogido.
- **SCM:** se hace una breve descripción de la evolución de cada uno de los SCM de la situación meteorológica que se estudia y se muestra una imagen IR (realizada con el realce PREVIMET) y tres gráficas representativas del ciclo de vida del sistema, que se presentan en las siguientes posiciones:

Panel 1.- *Imagen IR* representativa de dicho sistema

Panel 2.- *Ciclo de vida:* aparecen dos curvas que representan las evoluciones temporales del área bajo la isoterma de -52 °C y del Índice de Volumen.

Panel 3.- *Índice de volumen:* evolución del índice de volumen frente a la superficie utilizada como referencia base, en nuestro caso la que corresponde a la isoterma de -52 °C.

Panel 4.- *Trayectoria y elipses:* se representan las elipses que representan a los SCM, mostrando el tamaño y la orientación geográfica cada media hora, y las trayectorias trazadas a partir de la unión de los centros.

- **Tabla resumen:** se muestran las características principales de todos los SCM de esta situación. En las columnas aparece el nombre de cada sistema y en las líneas las siguientes características:
 1. *Fecha/hora de las primeras tormentas.*- se define como primeras tormentas el momento en el que el área de -52 °C es mayor que cero. La fecha se escribe en juliano.
 2. *Localización de las primeras tormentas.*- localización geográfica (terrestres, costeros o marítimos) del momento en el que surgen los SCM.
 3. *Hora de máxima extensión.*- del área de -52 °C del SCM.
 4. *Máxima extensión.*- en km² y para el área bajo la isoterma de -52 °C.
 5. *Eje mayor.*- de la elipse en el momento de máxima extensión, en km.
 6. *Excentricidad.*- cociente entre el eje menor y el eje mayor de la elipse en el momento de máxima extensión.
 7. *Orientación.*- la orientación de la elipse.
 8. *Temperatura mínima.*- alcanzada a lo largo de todo el ciclo de vida del SCM, en °C.

9. *Índice de volumen.*- el valor máximo, en km^2 .
10. *Duración.*- intervalo temporal desde el momento en que se superan los 10000 km^2 , hasta que se pierde este tamaño.
11. *Desfase.*- desfase temporal entre el índice de volumen y el área máxima.

IV.- CASOS DE ESTUDIO

IV.1.- SITUACION B (1-2 de septiembre de 1997)

IV.1.1.- Descripción general de la situación

La situación sinóptica durante los días 1 y 2 de Septiembre se caracteriza por el paso de un frente, de oeste a este de la Península. En niveles altos existe una vaguada con un máximo de viento de 80 kt, inicialmente del N, en su parte trasera, que bordea a la vaguada por su base hasta que el día 2 a las 00 Z se sitúa sobre Cataluña con dirección SW.

En 850 mb existe un acusado gradiente de temperatura de orientación SW a NE. En superficie, una baja situada entre Baleares y Argelia produce flujo de componente E sobre la costa Mediterránea, con advección cálida.

En las imágenes de satélite del día 1 de septiembre de 1997 destacan sobre la Península dos estructuras nubosas: una sobre Cantabria, País Vasco y NE de Castilla y León, ligada al núcleo frío que acompaña a la vaguada y una banda frontal que se extiende desde Marruecos, Almería y litoral mediterráneo, hasta Francia y se curva sobre Normadía.

A partir de las 15:00 Z del día 1 y hasta las 19:00 Z del día 2, aparecen distintos sistemas convectivos que afectan fundamentalmente a Navarra, Aragón, Cataluña, Baleares, sur de Francia y norte de Argelia.

Ver análisis HIRLAM e imágenes WV e IR (figuras IV.1.1 a IV.1.3)

IV.1.2.- Precipitaciones registradas

Durante los días 1 y 2 de septiembre de 1997 se registraron precipitaciones ligadas a estos SCM en Aragón, Cataluña, Navarra y Baleares.

En Baleares se registraron precipitaciones superiores a los 100 l/m² en 24 h. en bastantes estaciones. En Cataluña y Navarra se superaron los 40 l/m² en 24 h. en muchas localidades y en diversos puntos de Aragón se superaron los 30 l/m². Destacan las siguientes:

Localidad	Precipitación	Periodo	SCM
Albarca (Baleares)	165.0 l/m ²	24 h día 2- 3	B7
Darnius (Cataluña)	94.0 l/m ²	24 h. día 1	B1 o B3
Articutza P. (Navarra)	70.5 l/m ²	24h día 1-2	B1
Aragües del P. (Huesca)	56.5 l/m ²	24h día 1-2	B1 o B3

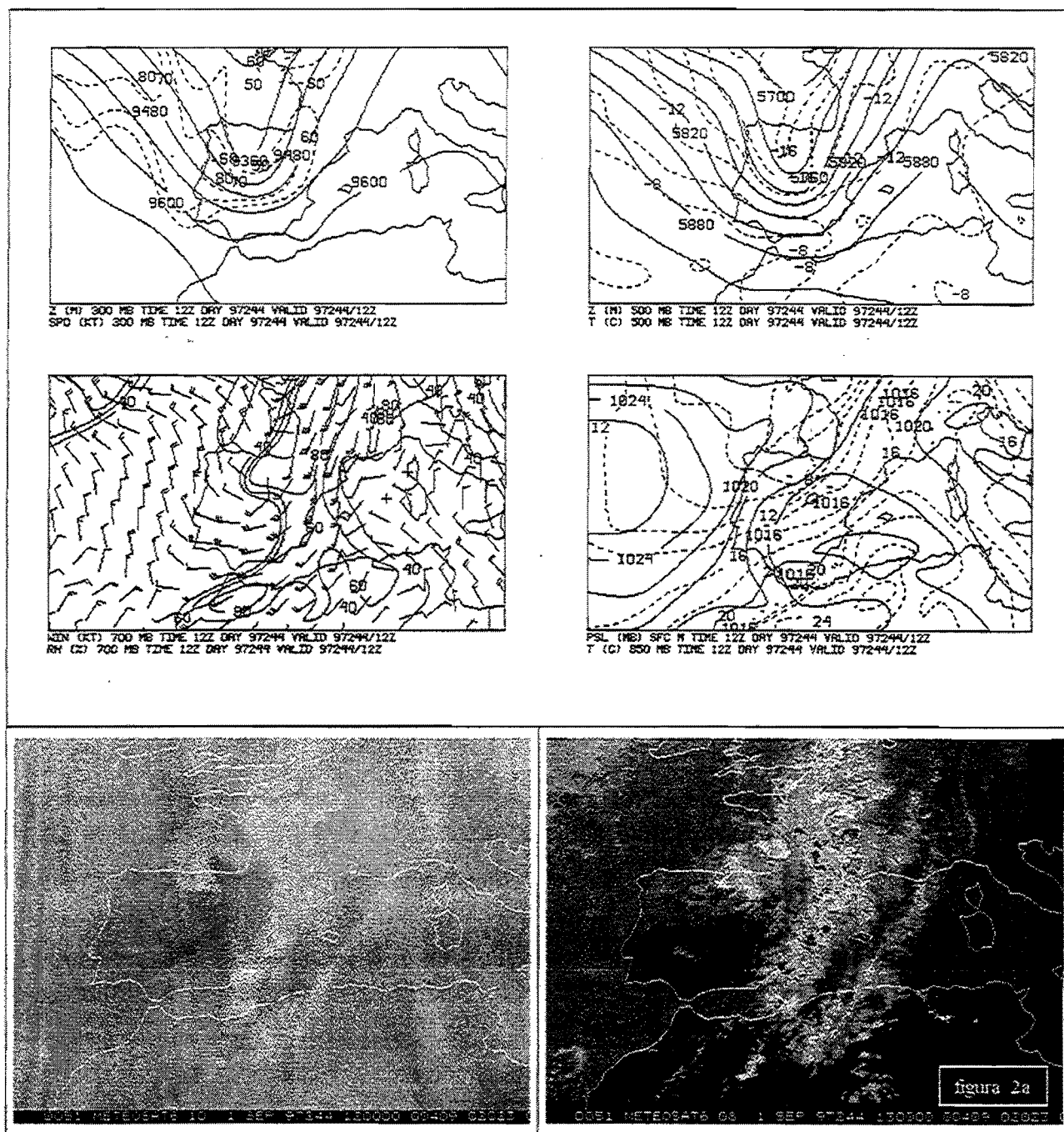


Figura IV.1.1.- Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 1 de septiembre a las 12 Z

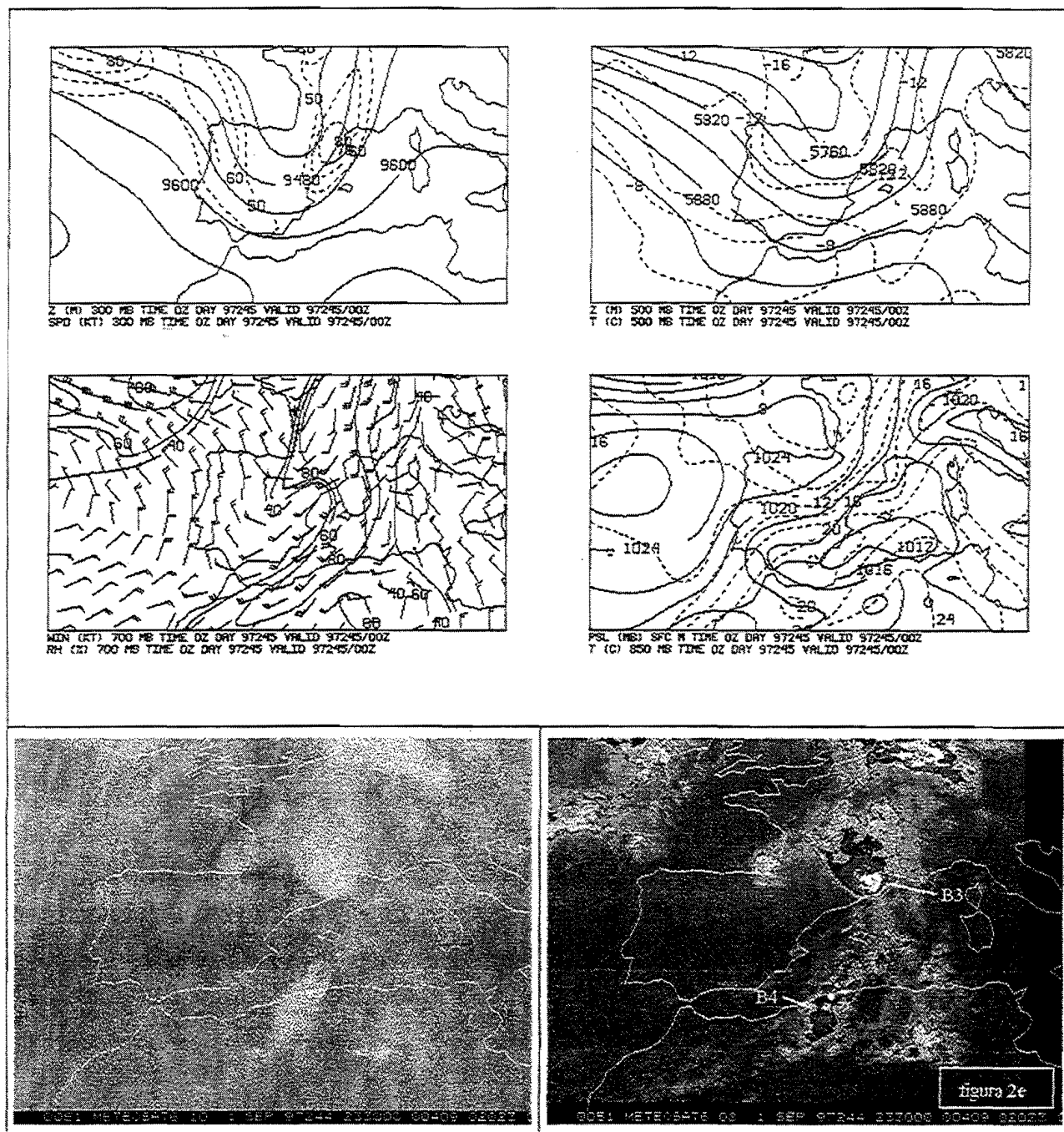


Figura IV.1.2.- Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 2 de septiembre a las 00 Z

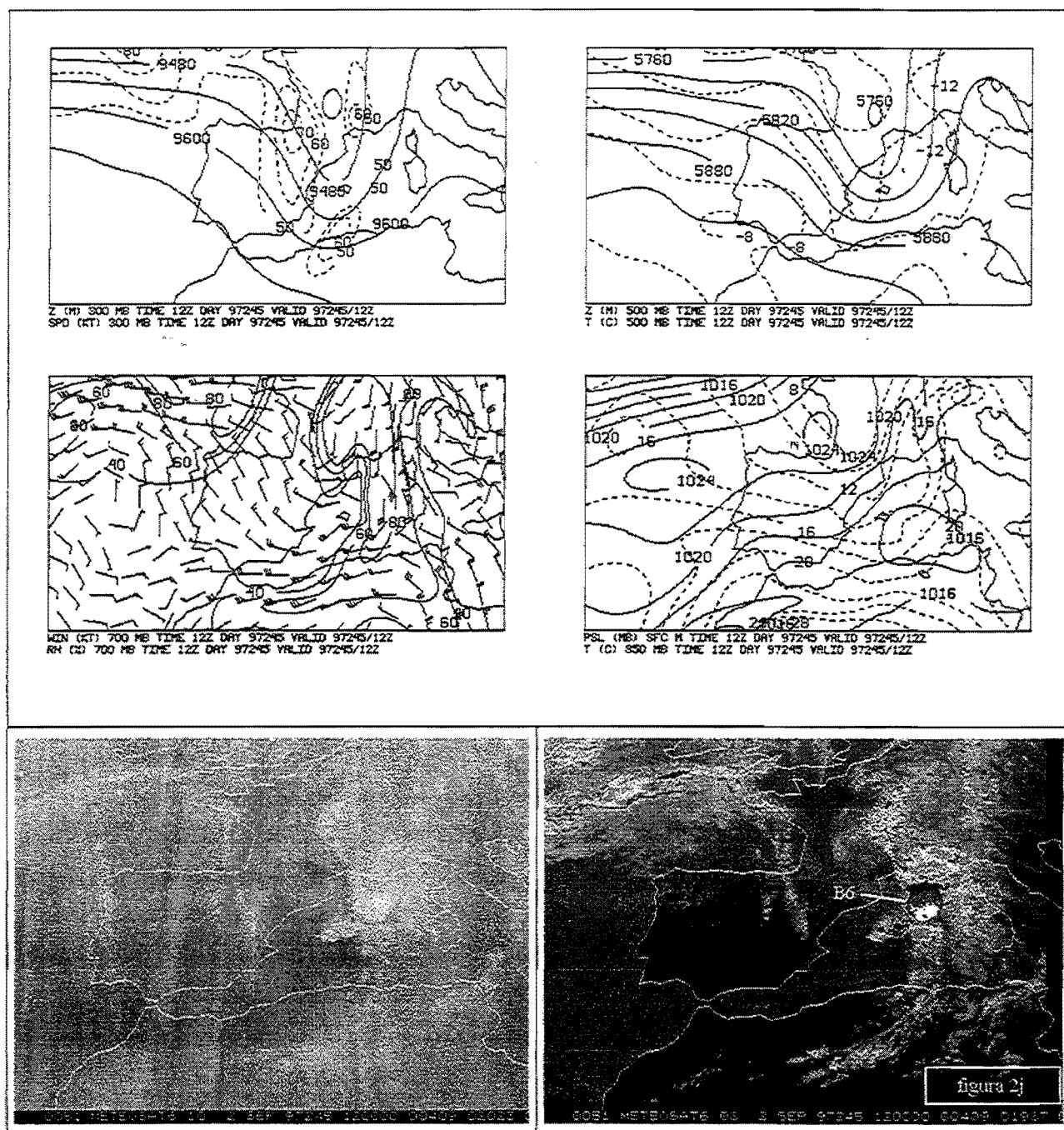


Figura IV.1.3.- Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 2 de septiembre a las 12 Z

IV.1.3.- SCM B1

El sistema B1 se forma a las 15:00 Z del 1 de septiembre de 1997 como una célula aislada, situada entre el núcleo frío y la banda baroclina sobre la provincia de Zaragoza. En estas primeras horas del ciclo de vida su forma es redondeada y presenta un fuerte gradiente de temperatura de los topes nubosos en su parte S.

Media hora después (15:00 Z), aparece al W del B1 una célula bien desarrollada, B2. El B1 absorbe a la célula B2 a las 17:00 Z.

El B1 se desarrolla hasta llegar a su máxima extensión a las 18.30 Z y posteriormente decae, se elonga y se divide en varios núcleos, los cuales a su vez, decaen paulatinamente. Uno de ellos posteriormente se reactiva y adquiere forma de "V". Más tarde se une a las 20:30 Z del día 1 con el sistema B3 y finaliza su ciclo de vida.

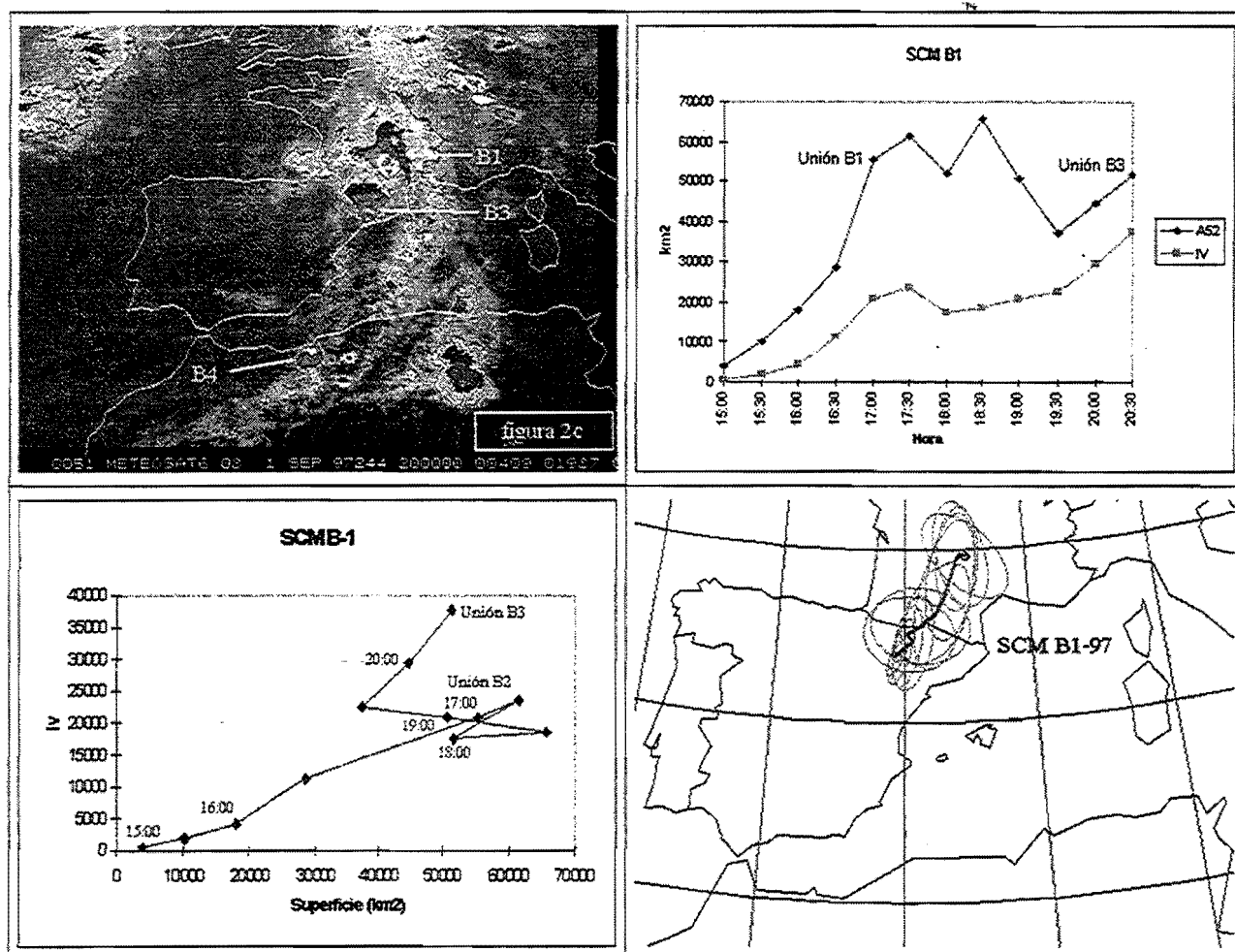


Figura IV.1.4.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM B1

IV.1.4.- SCM B3

A las 18:00 Z del 1 de septiembre de 1997 las imágenes de satélite muestran el sistema B3 al SW del B1. El B3 crece y se desplaza hacia el NE aproximándose al B1. En esta etapa el sistema B3 tiene forma redondeada.

A las 19:30 Z se desarrolla en forma de V; presenta un fuerte gradiente de temperatura en su parte sur y el vértice de la V se localiza próximo a la costa de Tarragona. Posteriormente, continua creciendo y su borde SE barre el litoral catalán. A las 20:30 Z el sistema B3 se funde con el B1 y su parte SE queda sobre el Golfo de León. Alcanza su máxima extensión a las 21:30 Z. Posteriormente, decae rápidamente al desplazarse hacia tierra. A las 2:30 Z se fragmenta en varias células y se disipa a las 4:00 Z del día 2 de septiembre de 1997.

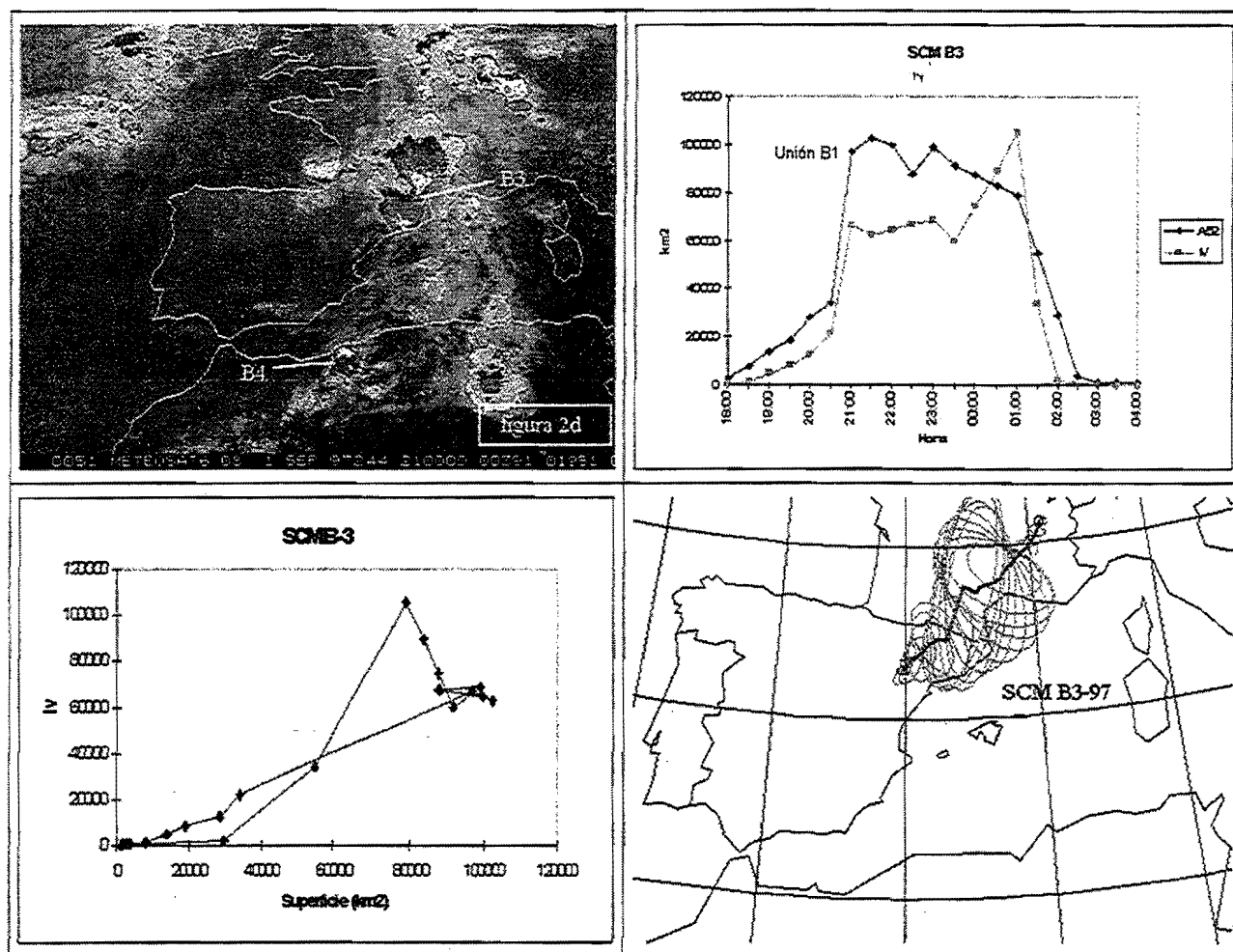


Figura IV.1.5.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM B3

IV.1.5.- SCM B4

Se forma a las 19:00 Z del 1 de septiembre de 1997, próximo al extremo W de la costa argelina. En el inicio de su ciclo de vida tiene forma redondeada y se desplaza hacia el NE barriando la costa africana.

Alcanza su máxima extensión a las 23:30 Z. Posteriormente, se adentra en el Mediterráneo, decae y se fragmenta en varios núcleos. Se disipa el día 2 a las 3:30 Z cerca de Cerdeña.

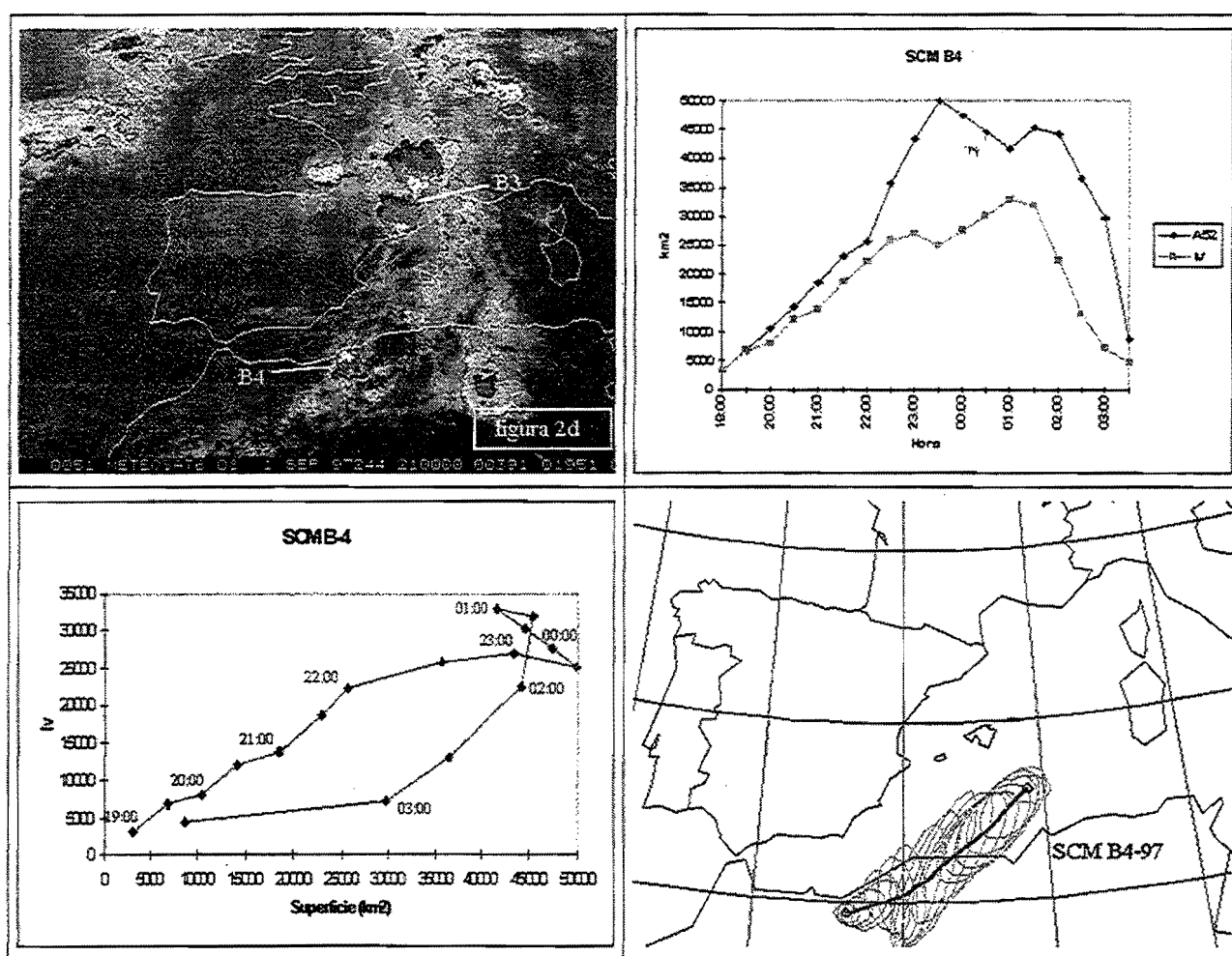


Figura IV.1.6.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM B4

IV.1.6.- SCM B5

En la imagen IR de la 1:00 Z del día 2 de septiembre de 1997, aparece un nuevo sistema en el mar, al norte de Mallorca, que presenta un fuerte gradiente de temperatura con vértice en su parte SW. A las 2:30 Z, decae su actividad y posteriormente se mueve hacia el NE. Se fragmenta en varias células a las 3:30 Z.

La célula más occidental se reactiva a las 4:00 Z, al unirse por el sur con otras y en su posterior evolución, presenta un fuerte gradiente térmico en la parte sur.

A las 7:00 Z, presenta su máxima extensión. A las 7:30 Z, se ha desarrollado otra célula, al S del B5, que crece rápidamente mientras el B5 se viene abajo y se disipa el día 2 a las 8:00 Z.

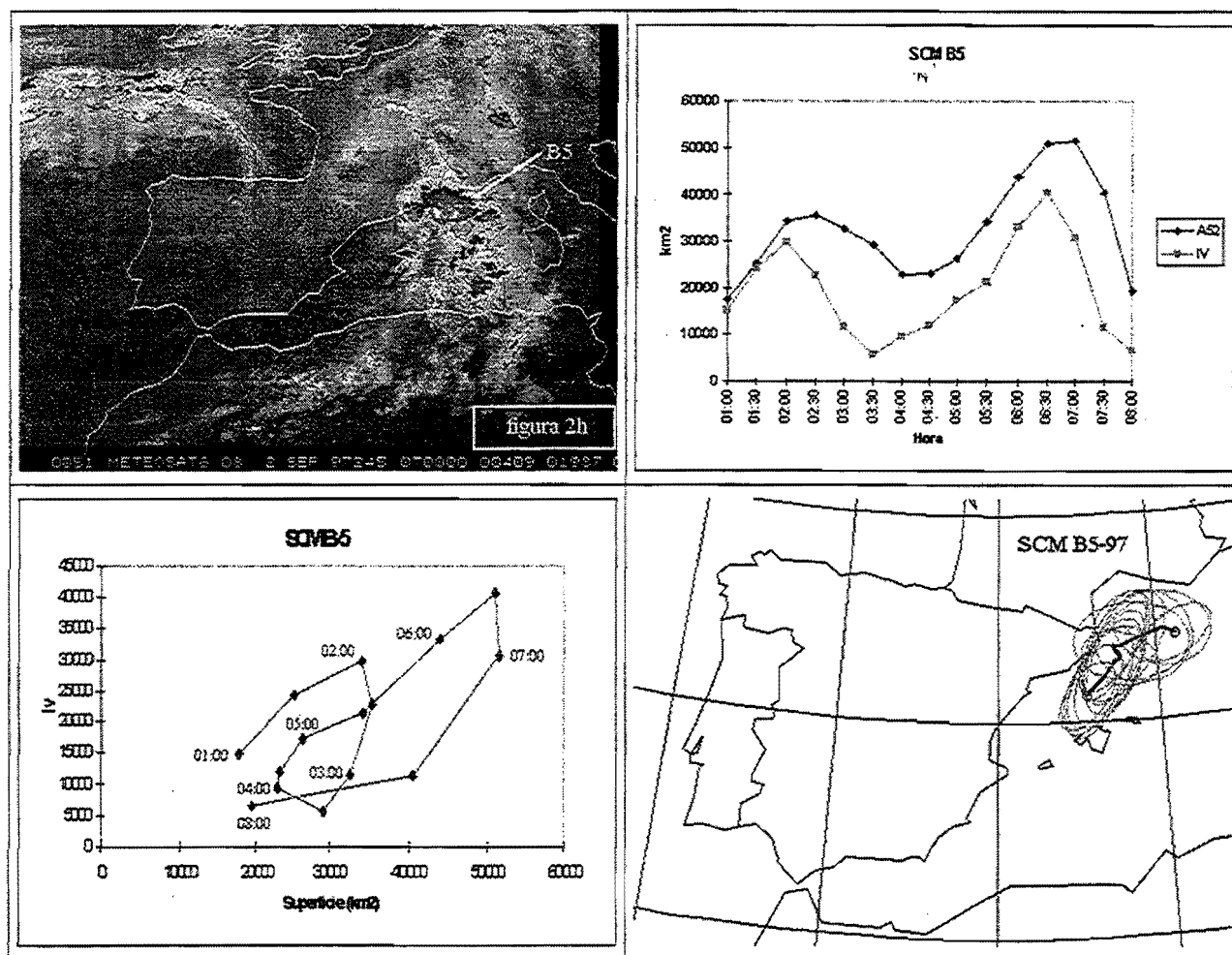


Figura IV.1.7.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM B5

IV.1.7.- SCM B6

Se forma a las 7:30 Z del día 2 de septiembre de 1997. Situado frente a las costas de Gerona, el B6 forma parte de una línea de tormentas asociada a la banda nubosa de la zona baroclina.

A las 08:30 Z se une con otra célula situada al E del B6 y que estaba en fase de decaimiento, se reactiva y presenta, en IR una forma redondeada con un fuerte gradiente térmico en la zona S.

Alcanza la máxima extensión a las 13:00 Z y a las 13:30 Z del día 2 es absorbido por el sistema B7.

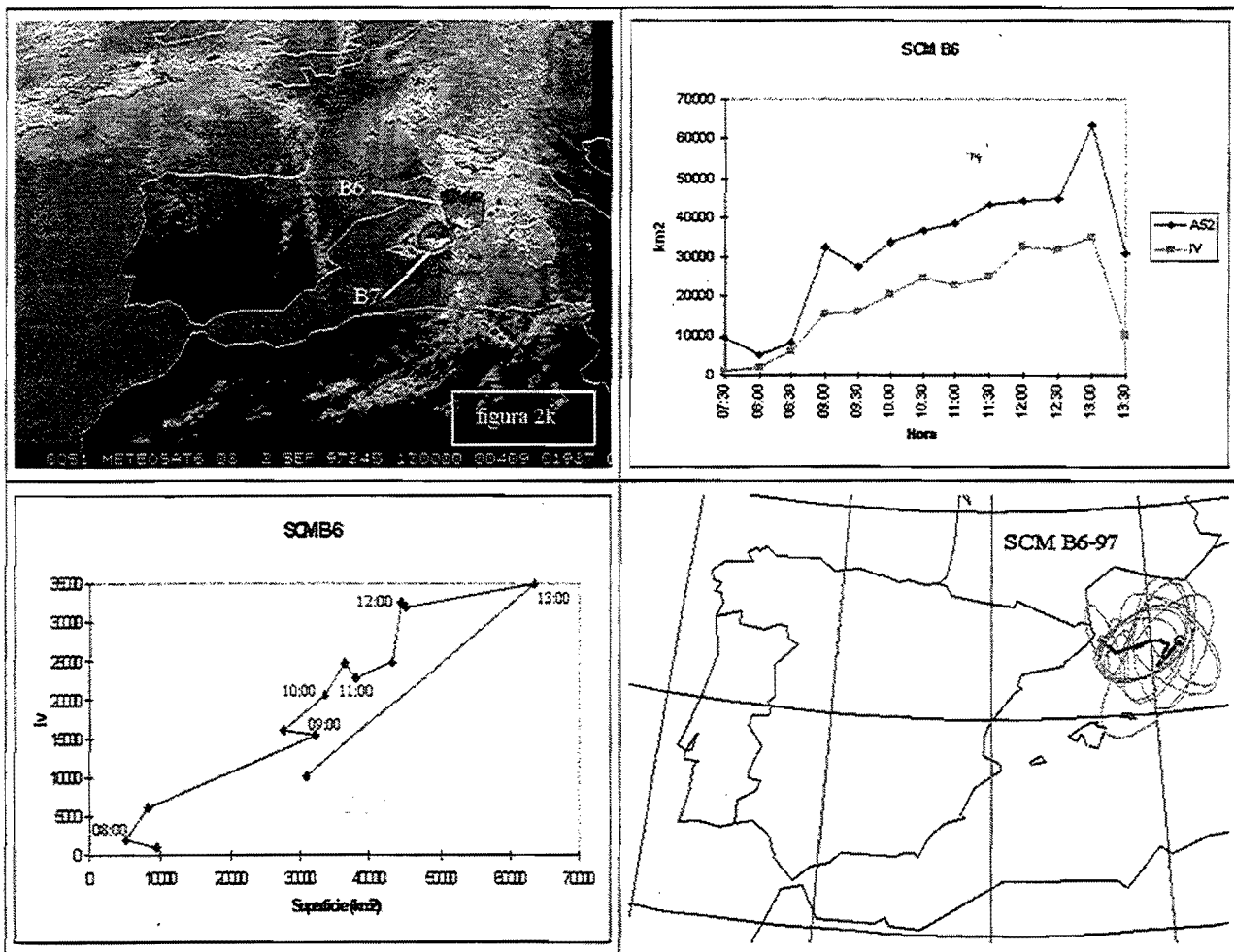


Figura IV.1.8.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM B6

IV.1.8.- SCM B7

Surge en el W de Menorca a las 11:30 Z del 2 de septiembre de 1997. Se desarrolla y extiende hacia B6, hasta que a las 13:00 Z se unen ambos sistemas. El B6 a esta hora está en fase de decaimiento y es absorbido por el B7.

Posteriormente el B7 crece y se desplaza hacia el E. Tiene forma redondeada, con máximo gradiente térmico en el SE. Alcanza su máxima extensión a las 14:30 Z. Después comienza a decaer y se disipa hacia las 19:00 Z del día 2.

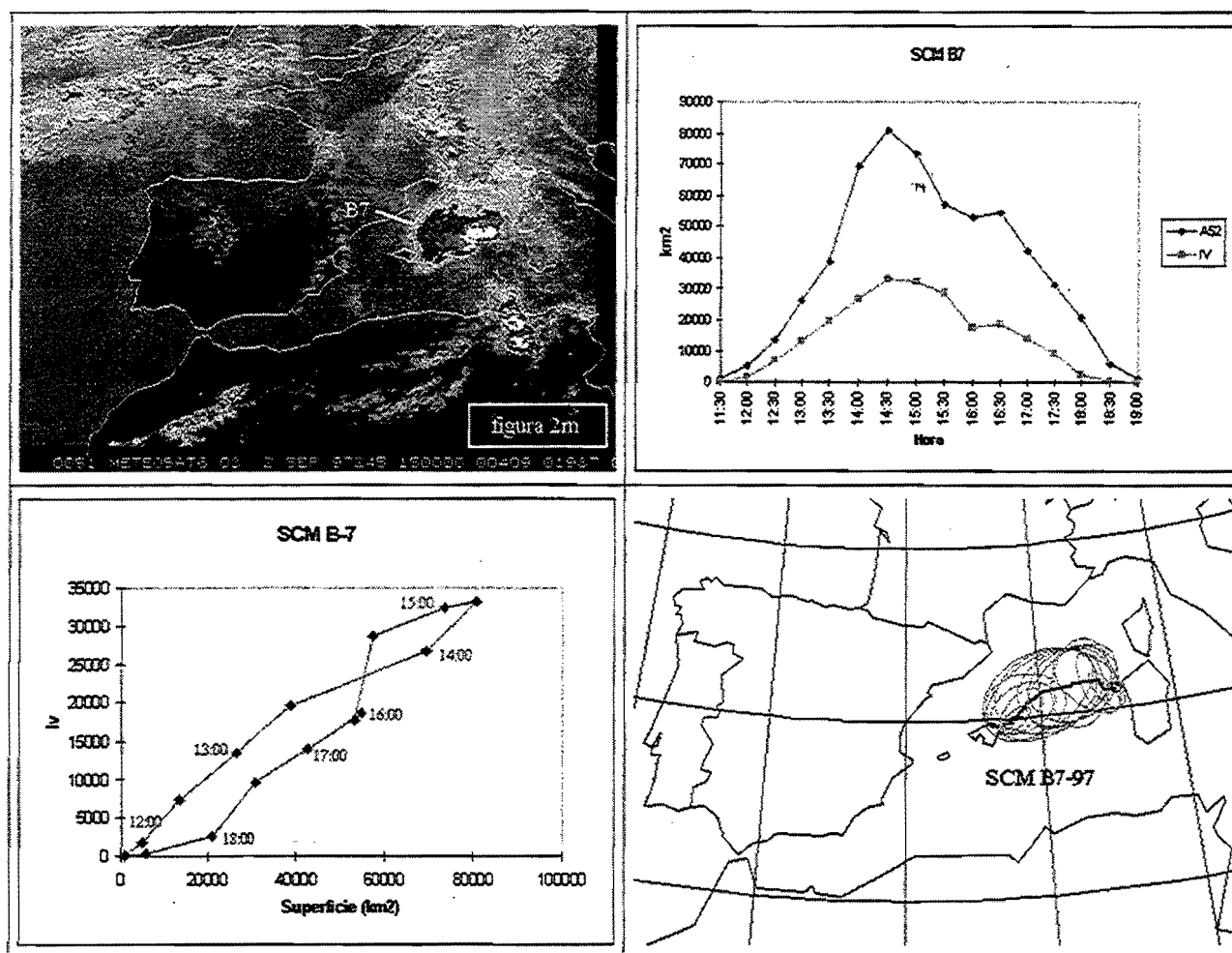


Figura IV.1.9.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM B7

IV.1.9- Tabla resumen

	B1	B3	B4	B5	B6	B7
Fecha Primeras Tormentas	97244	97244	97244	97245	97245	97245
Hora Primeras Tormentas	15:00	18:00	19:00	0:00	7:30	11:30
Localización Primeras Tormentas	tierra	tierra	tierra	mar	mar	mar
Hora Máxima Extensión	18:30	21:30	23:30	7:00	13:00	14:30
Máxima Extensión (km ²)	65718	102573	49935	51516	63437 _{Py}	80829
Eje Mayor (km)	252	337	256	132	224	193
Excentricidad	0.33	0.29	0.24	0.94	0.40	0.69
Orientación	185	193	204	267	220	249
Temperatura Mínima (°C)	-68	-68	-65	-65	-66	-66
Indice de Volumen	37694	105244	32986	40606	34929	33262
Duración (hh:mm)	-----	7:00	7:00	7:30	6:30	5:30

IV.2.- SITUACION C (13-15 de septiembre de 1997)

IV.2.1.- Descripción general de la situación

La situación sinóptica de los días 13 al 15 de septiembre de 1997 se caracteriza en niveles altos por una DANA situada el día 13 al sudoeste de la península, que avanza lentamente los días 14 y 15 como una vaguada móvil por el sur de la península. Por delante de esta perturbación se desplaza otra vaguada de onda corta que el día 14 a las 00 Z se sitúa sobre Baleares.

En el análisis del modelo HIRLAM, del día 14 a las 00 Z se observan las dos vaguadas: la del sudoeste de la península y la secundaria sobre Baleares. En 300 mb, un máximo de viento de 80 Kt, del WSW, bordea el norte de Africa. En 500 mb los días 14 y 15 se observa aire frío sobre el NE de la península asociado al paso de la vaguada.

El flujo en 700 mb se mantiene moderado del WSW en el nordeste de la península durante los días 13 y 14.

En niveles bajos, los días 13 y 14 hay dos núcleos de bajas presiones en superficie: uno al sudoeste de la península y otro sobre la zona de Alborán. El viento en niveles bajos sobre Cataluña es del N o NE. El día 13 a las 12:00 Z, hay una frontera térmica bien definida en 850 mb en el litoral mediterráneo, de dirección SW-NE. El día 15 a las 00:00 Z se observa un máximo de temperatura sobre la mitad sur de la península y la frontera térmica ha desaparecido.

Ver análisis HIRLAM e imágenes WV e IR (figuras IV.2.1 a IV.2.4).

IV.2.2.- Precipitaciones registradas

Durante los días 13 al 15 de septiembre de 1997 se registraron precipitaciones ligadas a los sistemas convectivos desarrollados en este episodio.

En Cataluña, los días 13 y 14 se registraron precipitaciones superiores a los 60 l/m² en 24 h en varias estaciones. En la Comunidad valenciana, los días 14 y 15 se superaron los 50 l/m² en 24 h en muchas localidades. Destacan las siguientes:

Localidad	Precipitación	Período	SCM
Montserrat (Barcelona)	109.0 l/m ²	24 h. día 13	C1 o C2
Alzira Torrecho (Valencia)	78.0 l/m ²	24 h. día 15	C5-6
Valls (Tarragona)	66.0 l/m ²	1 h. día 14	C2

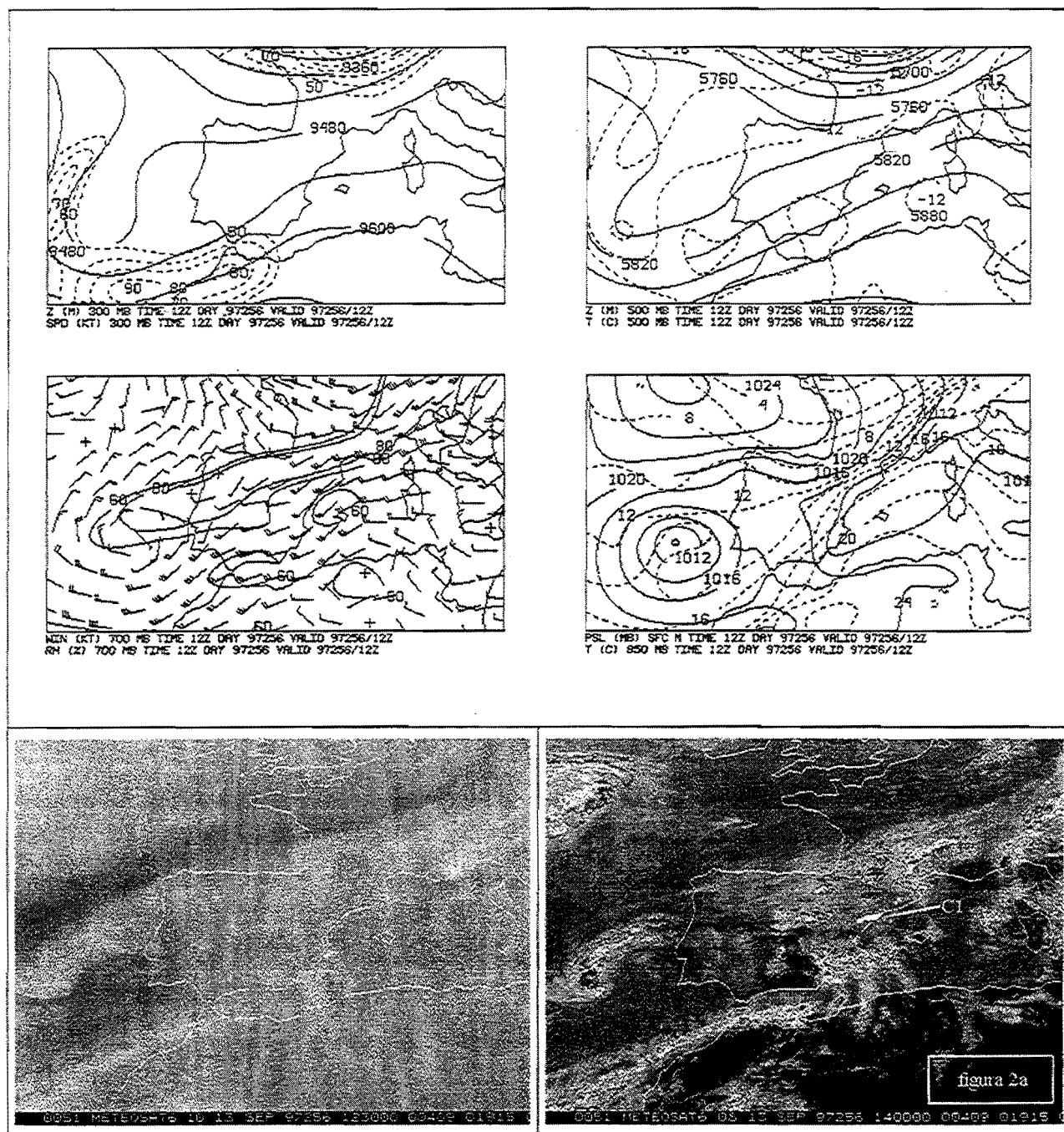
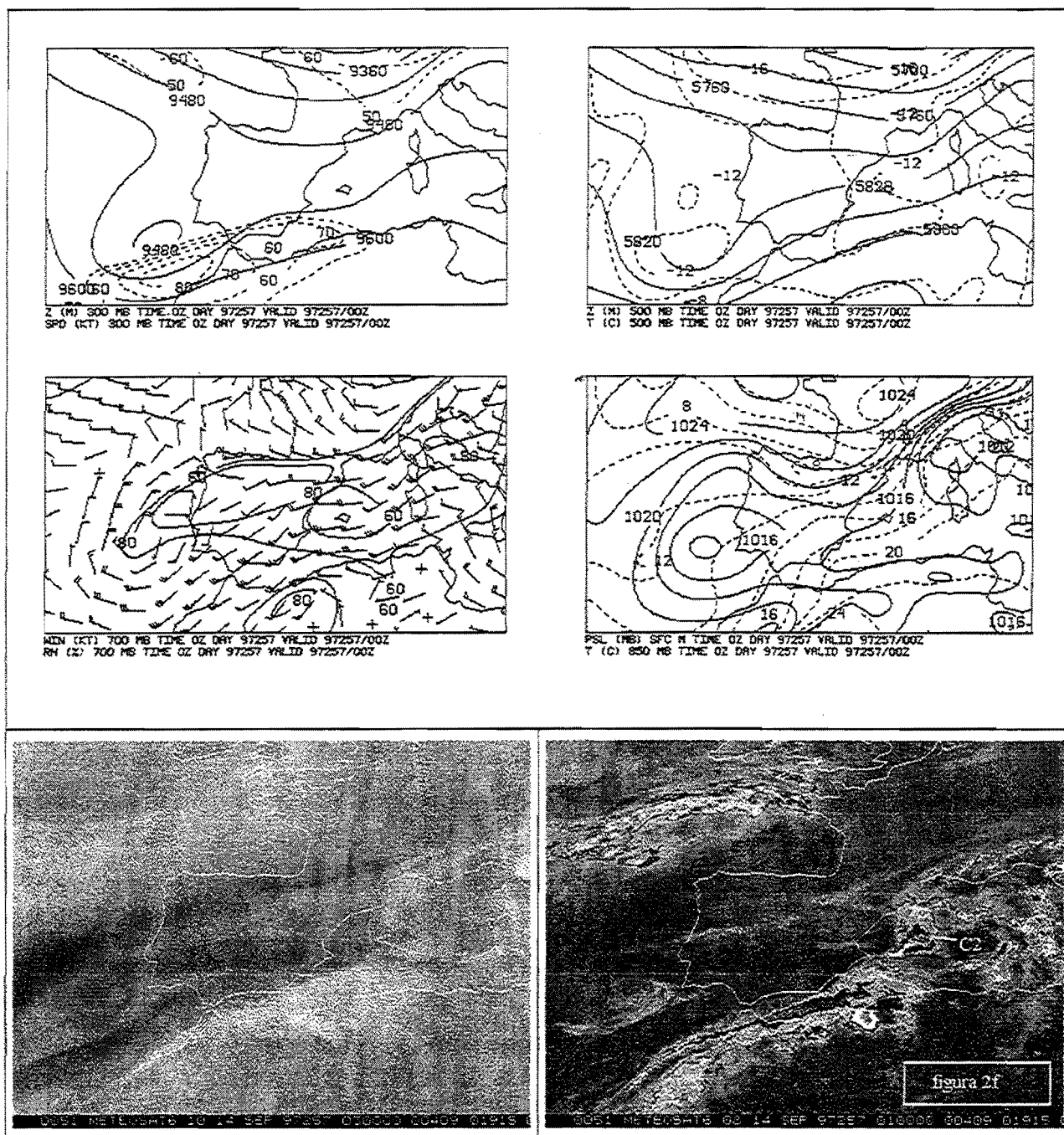


Figura IV.2.1.- Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 13 de septiembre de 1997 a las 12 Z



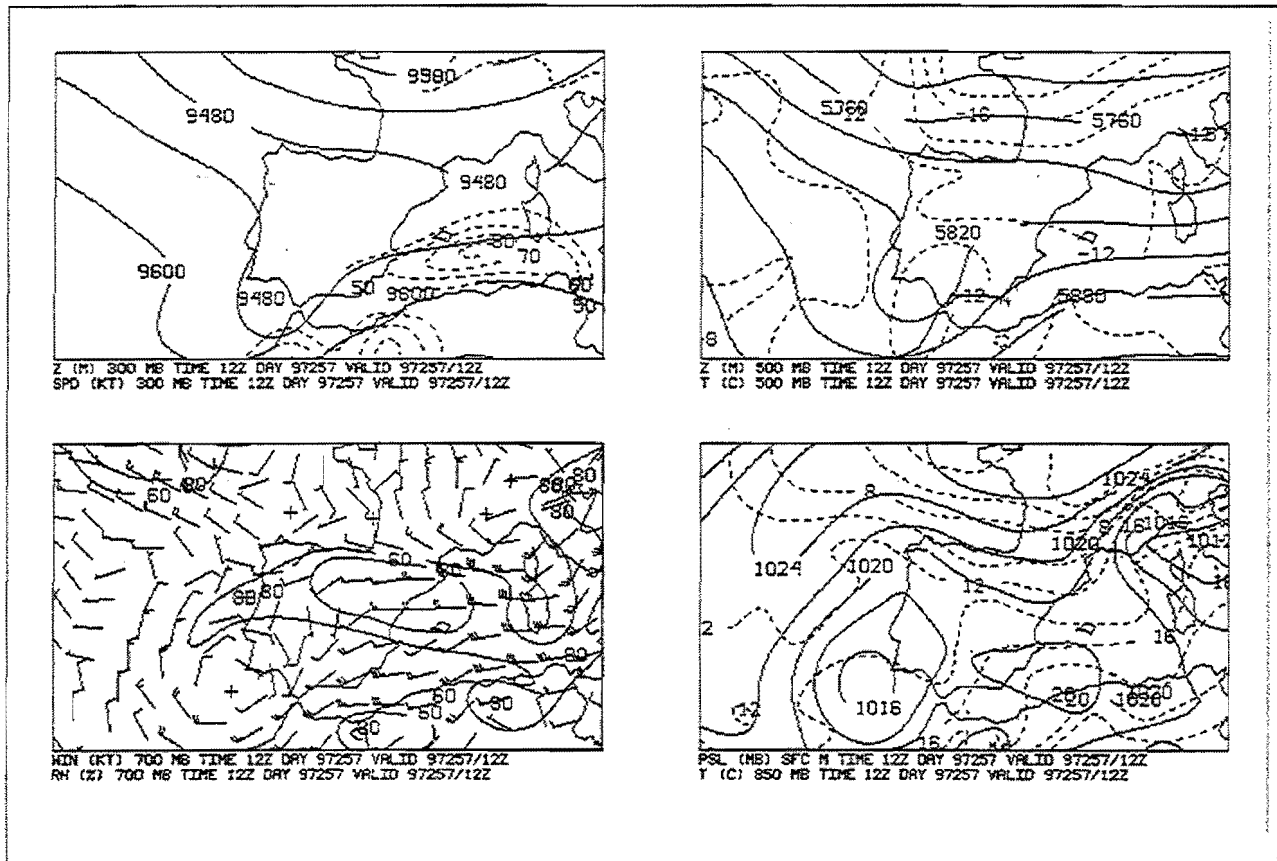


Figura IV.2.3.- Análisis HIRLAM del 14 de septiembre de 1997 a las 12 Z

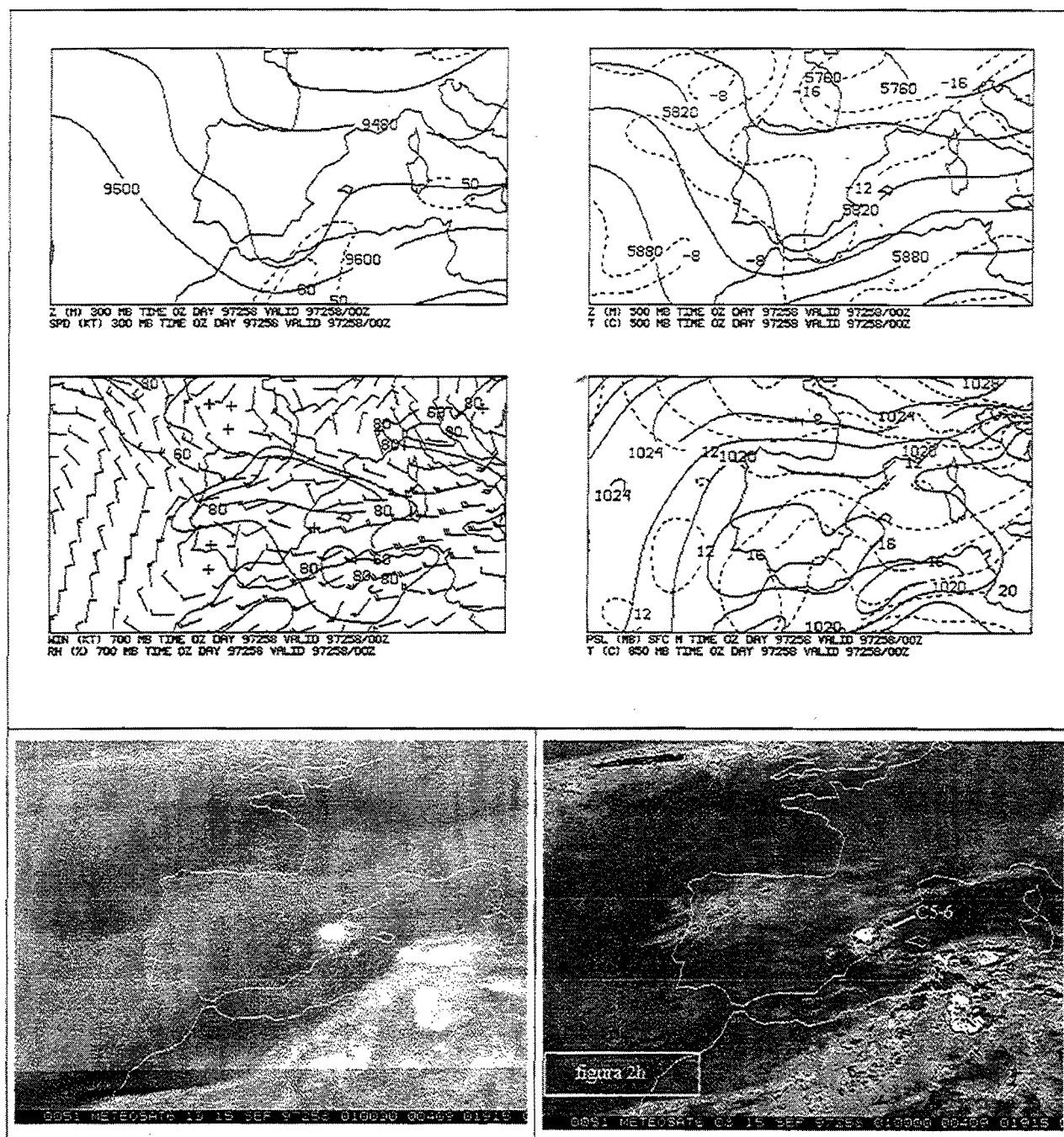


Figura IV.2.4.- Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 15 de septiembre de 1997 a las 00 Z

IV.2.3.- SCM C1

Este SCM aparece el día 13 de septiembre de 1997 a las 14:30 Z al norte de la provincia de Barcelona. Crece y se une con algunas tormentas de alrededor. A las 15:30 Z se forma una célula (C4) situada al sudoeste. El sistema C1 adquiere su máxima extensión a las 18:00 Z cuando se une con la célula C4. Comienza a adentrarse en el mar y se disipa el día 13 a las 22:00. Este SCM aparece el día 13 de septiembre de 1997 a las 14:30 Z al norte de la Z.

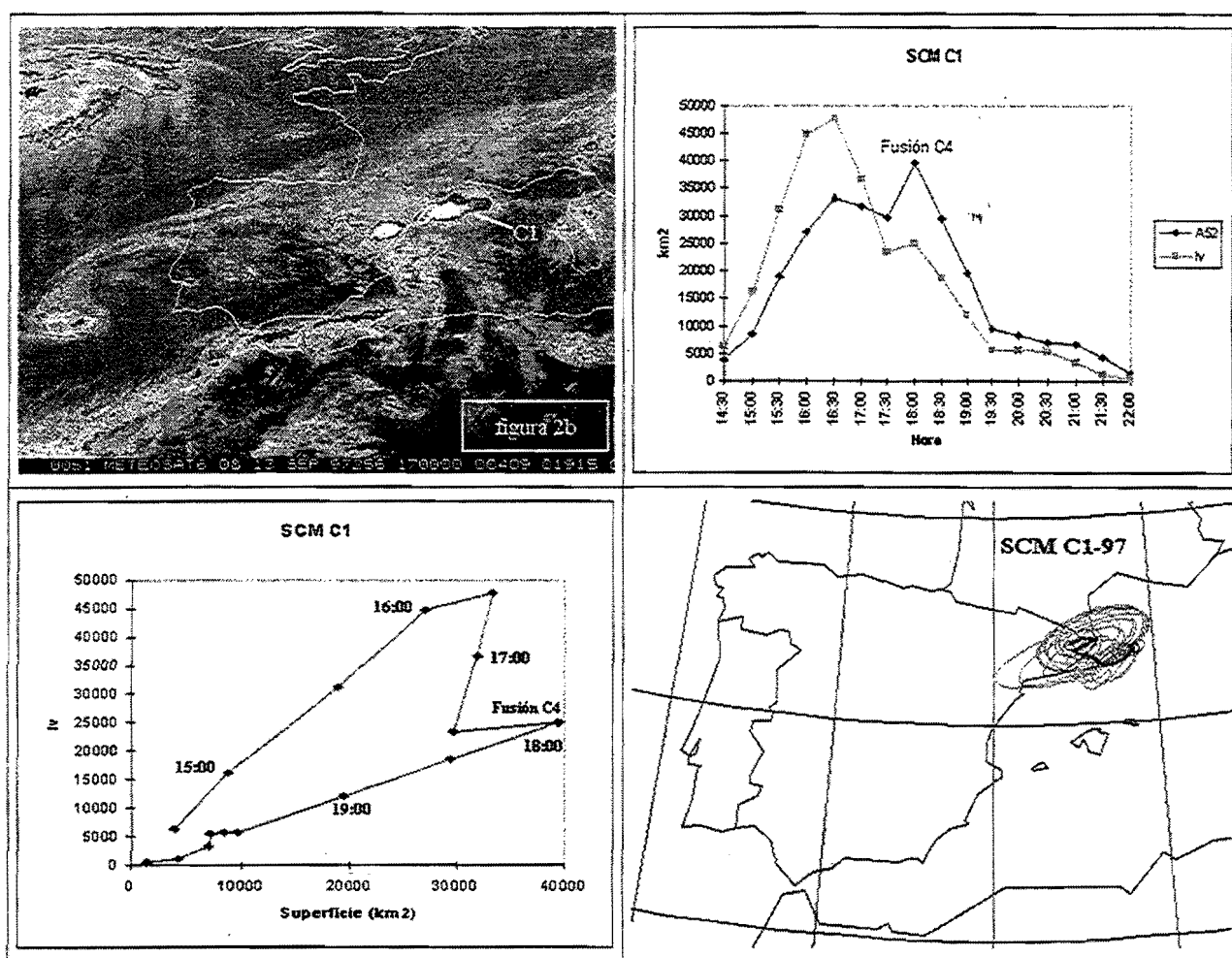


Figura IV.2.5.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM C1

IV.2.4.- SCM C2

Se forma sobre el Golfo de San Jorge el día 13 de septiembre de 1997 a las 18:30 Z. Va creciendo rápidamente y se extiende hacia el sudeste, sobre el mar. A las 21:30 Z se agudiza en forma de V, y su vértice se sitúa al norte de las Islas Columbretes. Alcanza su máxima extensión a las 22:00 Z. Se desplaza hacia el sudeste, cruza sobre Ibiza y Mallorca y se debilita hasta su disipación el día 14 de septiembre de 1997 a las 3:00 Z.

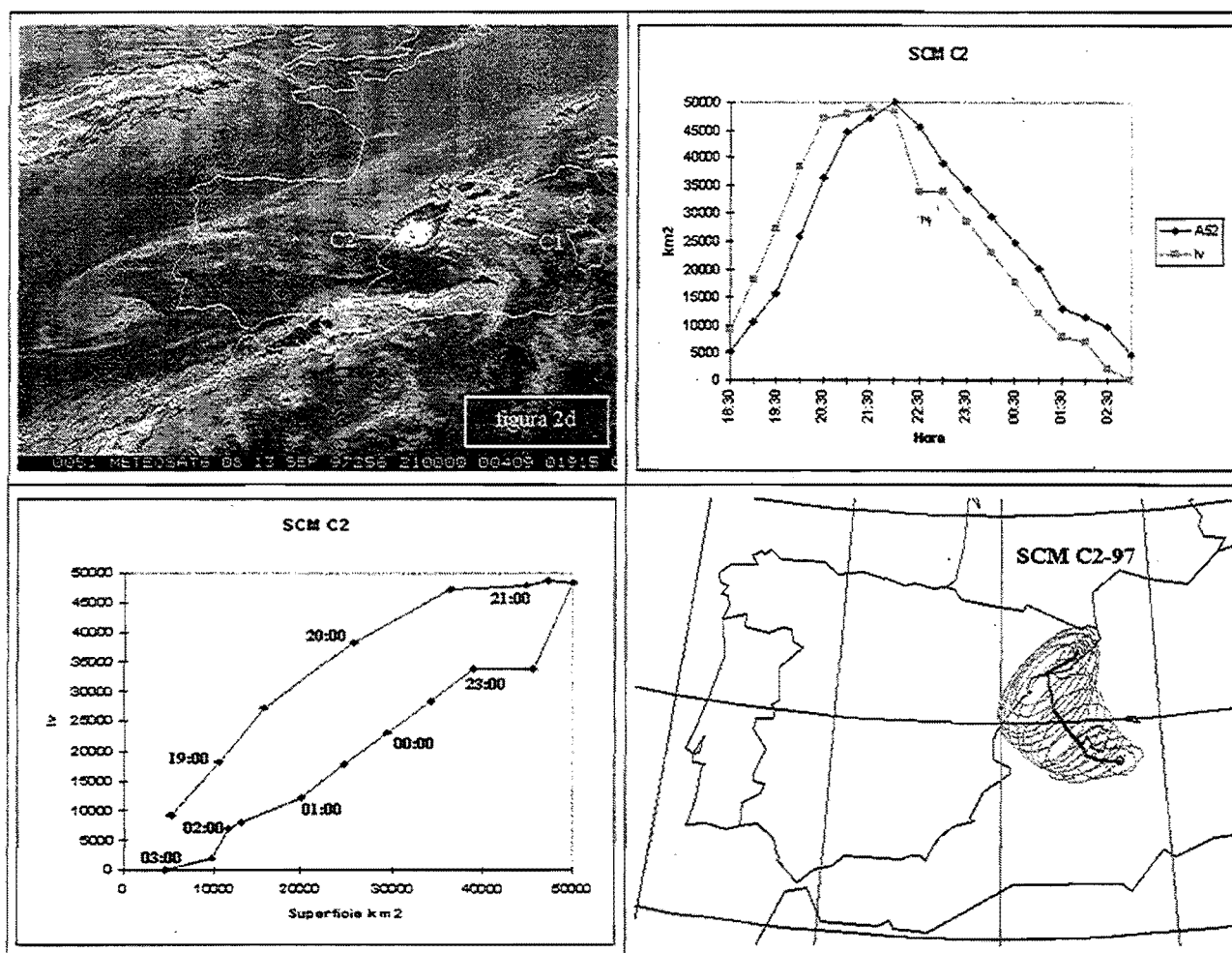


Figura IV.2.6.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM C2

IV.2.5.- SCM C56

El SCM C5 se forma el día 14 de septiembre del 1997 a las 19:00 Z sobre Castellón. En la primera imagen IR disponible del 15 de septiembre de 1997 a la 1:00 Z aparece un sistema muy desarrollado sobre la costa de Castellón. Se ha denominado sistema C56 porque no es posible saber con seguridad si el sistema a la 1:00 Z es una reactivación del C5, o si se trata más bien de uno nuevo C6 que se origina en la misma zona. El sistema C56 alcanza su máxima extensión a las 2:30 Z, posteriormente se desplaza hacia el sudeste y se disipa a las 4:00 Z.

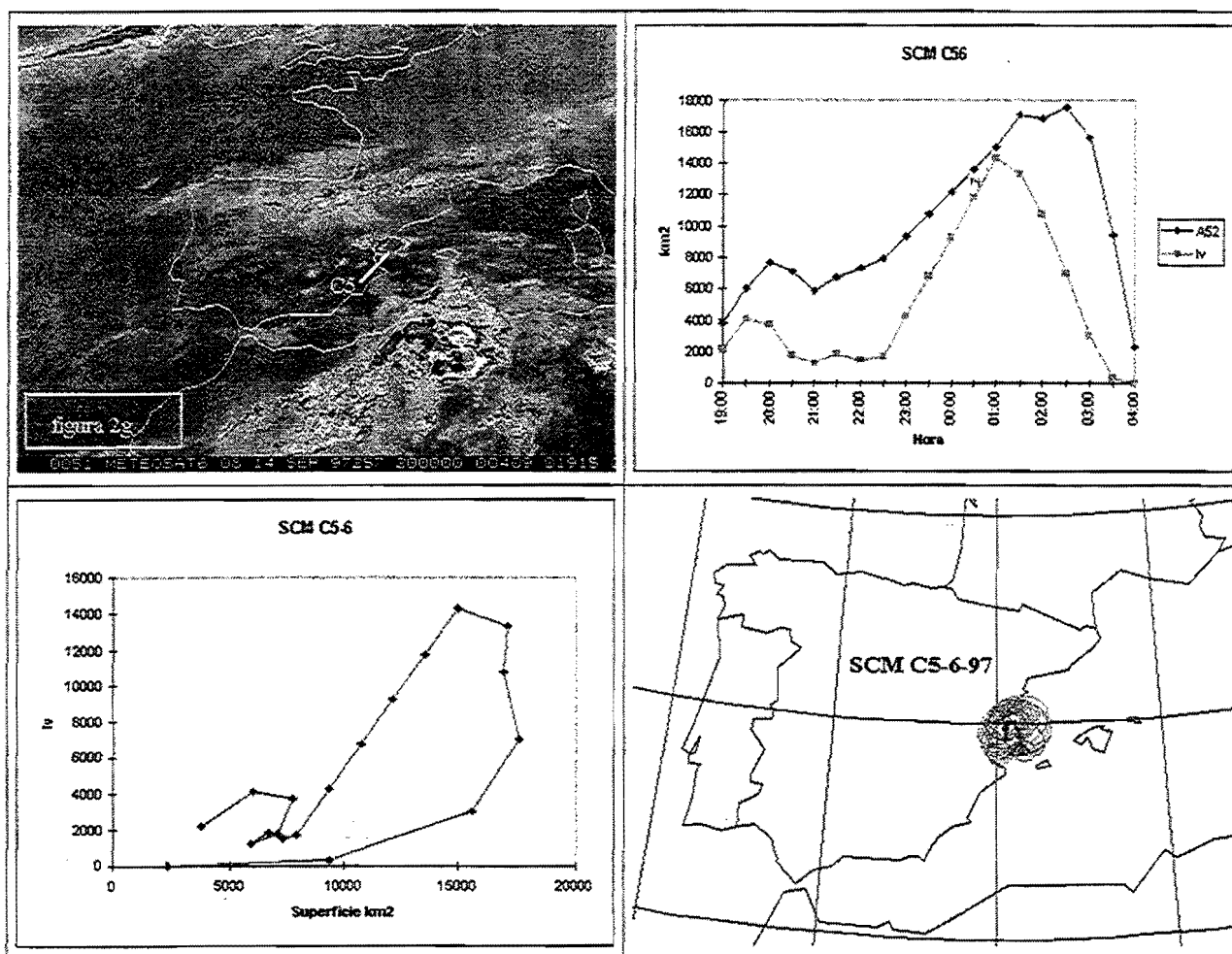


Figura IV.2.7.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM C56

IV.2.6.- Tabla resumen

	C1	C2	C56
Fecha Primeras Tormentas	97256	97256	97257
Hora Primeras Tormentas	14:30	18:30	19:00
Localización Primeras Tormentas	tierra	costa	costa
Hora Máxima Extensión	18:00	22:00	2:30
Máxima Extensión (Km ²)	39450	49991	17547
Eje Mayor (Km)	218	175	84
Excentricidad	0,27	0,52	0,80
Orientación	250	221	260
Temperatura Mínima (°C)	-68	-68	-64
Indice de Volumen	47645	48876	14306
Duración (hh:mm)	3:30	6:30	3:30

IV.3.- SITUACION D (16-18 de septiembre 1997)

IV.3.1.- Descripción general de la situación

La situación sinóptica de los días 16, 17 y 18 de septiembre de 1997 es una continuación de la situación B. Recordemos que en dicha situación una vaguada de niveles medios y altos se desplazaba por el sur de la península. Detrás de ella y a la caída de la dorsal que existe al oeste de la península se descuelga otra vaguada de onda corta sobre el sudoeste de la península. Esta vaguada evoluciona aislándose como una DANA el día 16 sobre el sudeste de la península y norte de Argelia. El día 17 permanece sobre la misma zona rellenándose y el 18 de septiembre a las 0 Z, la DANA ha desaparecido embebida en la vaguada existente sobre Baleares. En niveles medios, el núcleo frío asociado a la depresión aislada que se sitúa al principio sobre la mitad oriental de la Península, posteriormente, se va desplazando hacia el mar de Alborán y Mediterráneo.

En 700 mb, existe un flujo moderado del SW en el norte de Africa en todo el periodo y una banda de humedad significativa en este nivel y en la misma zona.

En superficie, el día 16 a las 12 Z existe una baja cerrada con núcleo de 1008 mb sobre Argelia, y una frontera térmica bien definida en 850 mb en el norte de Africa. El día 18 a las 00 Z, la frontera térmica se debilita.

En esta situación se originaron dos sistemas convectivos de mesoescala (D1 y D3) sobre las montañas del Atlas, en la banda de humedad asociada con el paso de la vaguada por el norte de Africa.

Ver análisis HIRLAM e imágenes WV e IR (figuras IV.3.1 a IV.3.4).

IV.3.2.- Precipitaciones registradas

Durante los días 16 y 17 de septiembre de 1997, las precipitaciones ligadas a los sistemas convectivos del norte de Africa quedan fuera del área de cobertura de la red de observatorios del INM. Por lo tanto, no disponemos de datos de precipitación ligados a estos SCM.

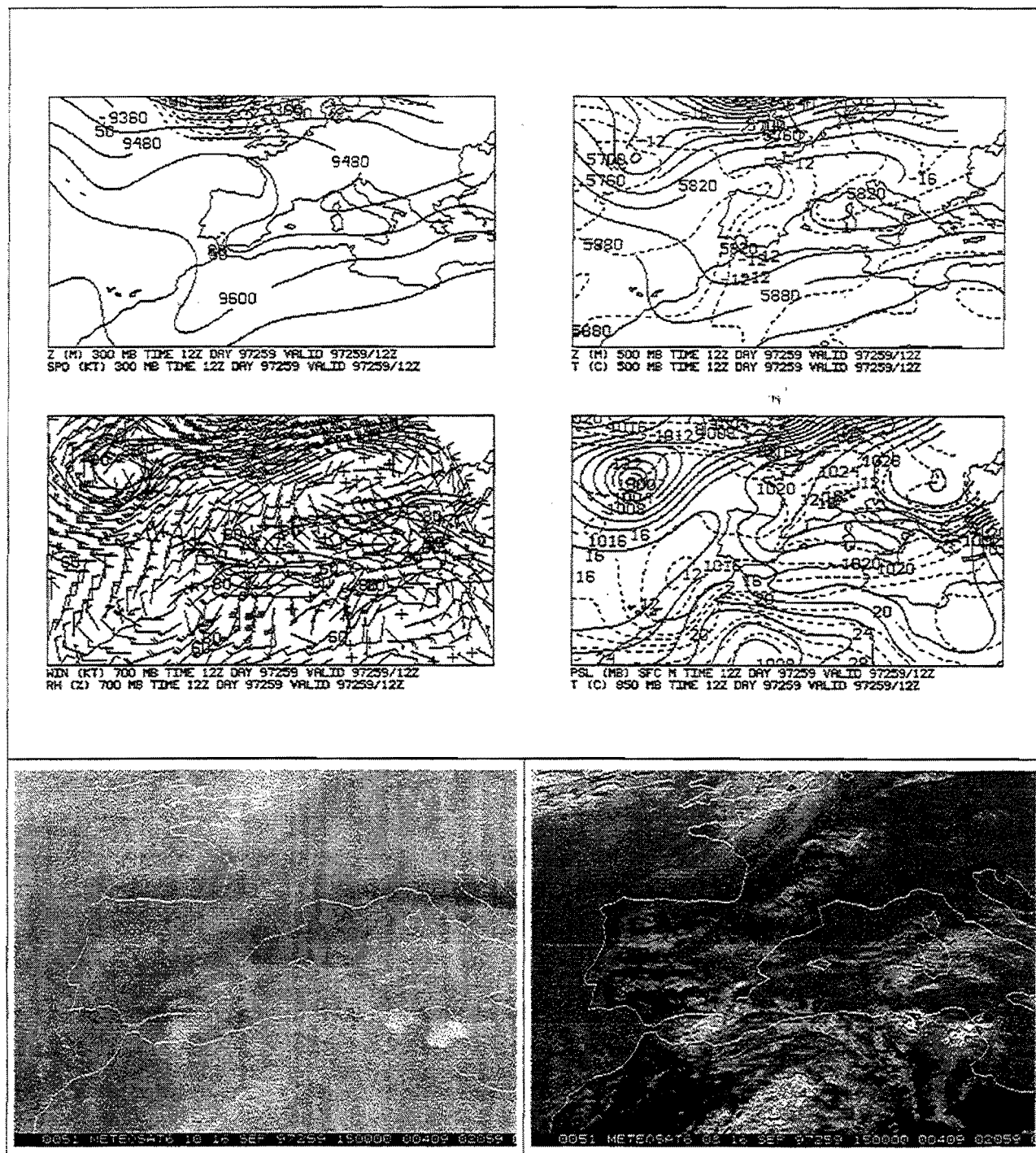


Figura IV.3.1.-Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 16 de septiembre de 1997 a las 12 Z.

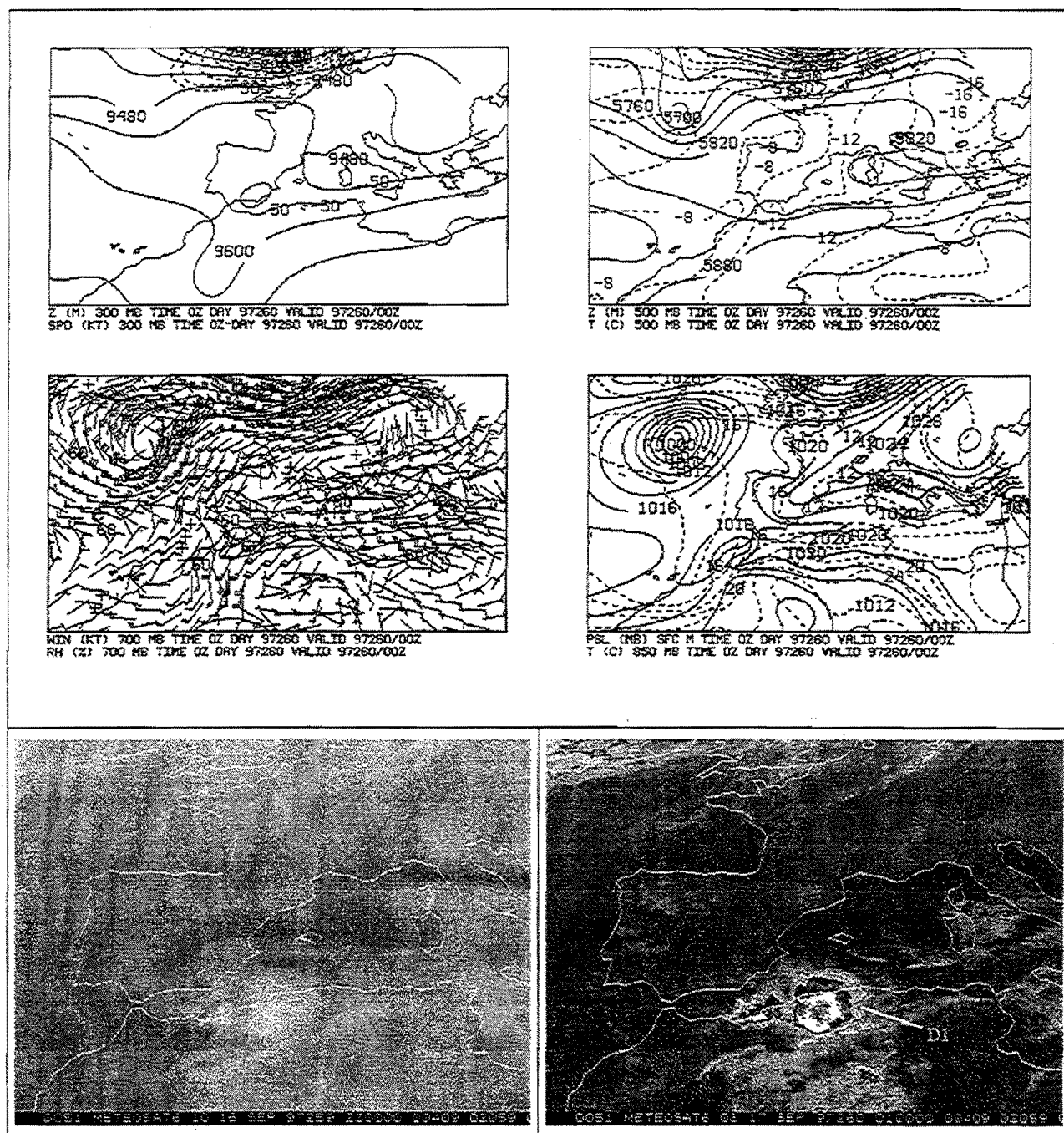


Figura IV.3.2.-Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 17 de septiembre de 1997 a las 00 Z.

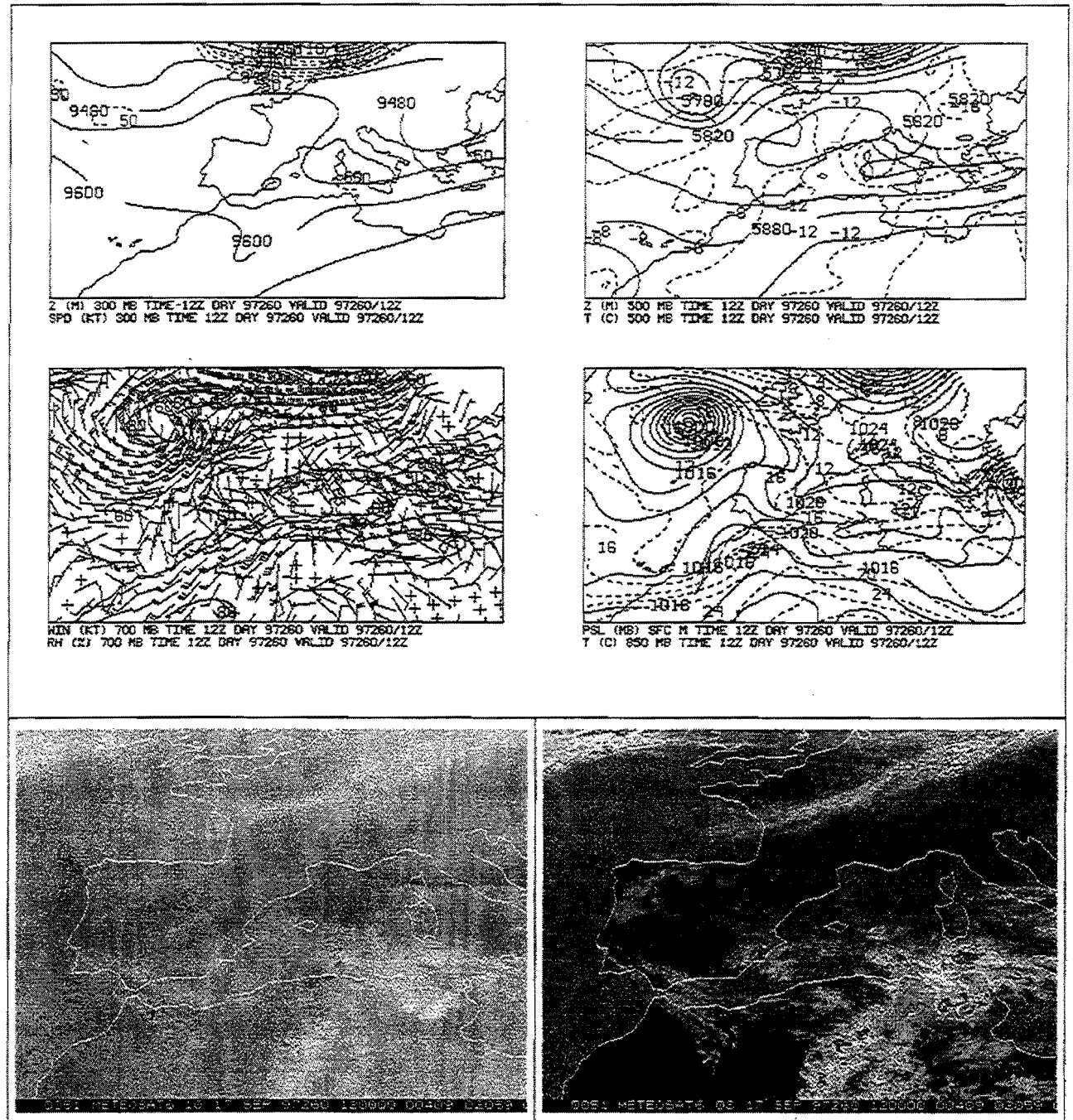


Figura IV.3.3.-Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 17 de septiembre de 1997 a las 12 Z.

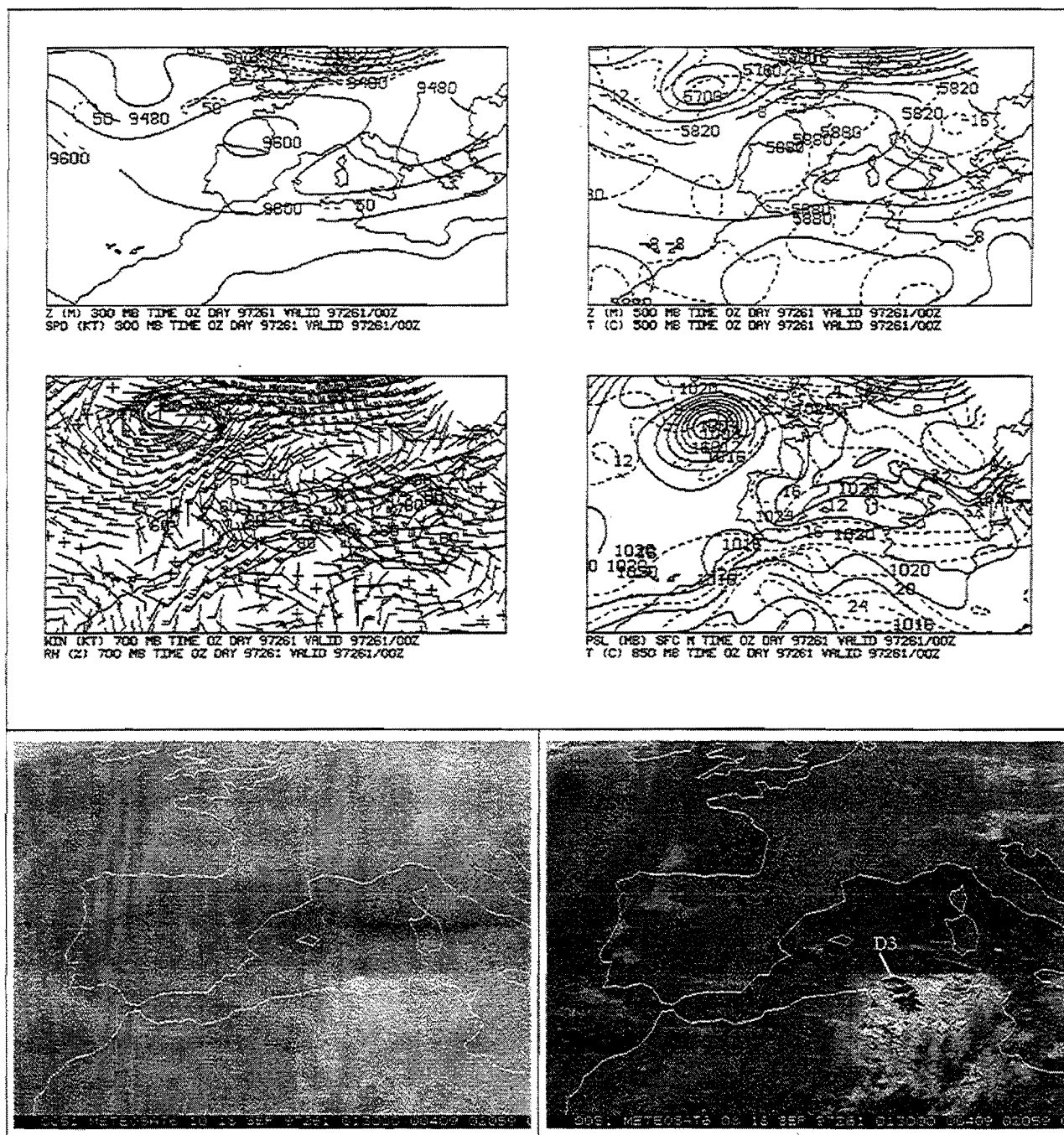


Figura IV.3.4.-Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 18 de septiembre de 1997 a las 00 Z.

IV.3.3.- SCM D1

Aparece el día 16 de septiembre de 1997 a las 17:30 Z en el Atlas (Marruecos). Crece y se desplaza lentamente hacia el noreste. A las 19:30 Z se une con otras células del sur y a las 21:00 Z comienza a unirse con otras células que se encuentran al norte. A las 3:30 Z del día 17, se reactiva un núcleo dentro del D1 que se separa a las 4:00 Z.

El sistema D1 se reactiva posteriormente y alcanza su máxima extensión a las 6:30 Z. A las 8:00 Z se divide en tres células. La célula de topos más fríos continúa su desplazamiento al este por el norte de Argelia (entre el Atlas y la costa argelina).

Empieza a decaer a las 10:00 Z y se disipa a las 12:30 Z del día 17 de septiembre de 1997.

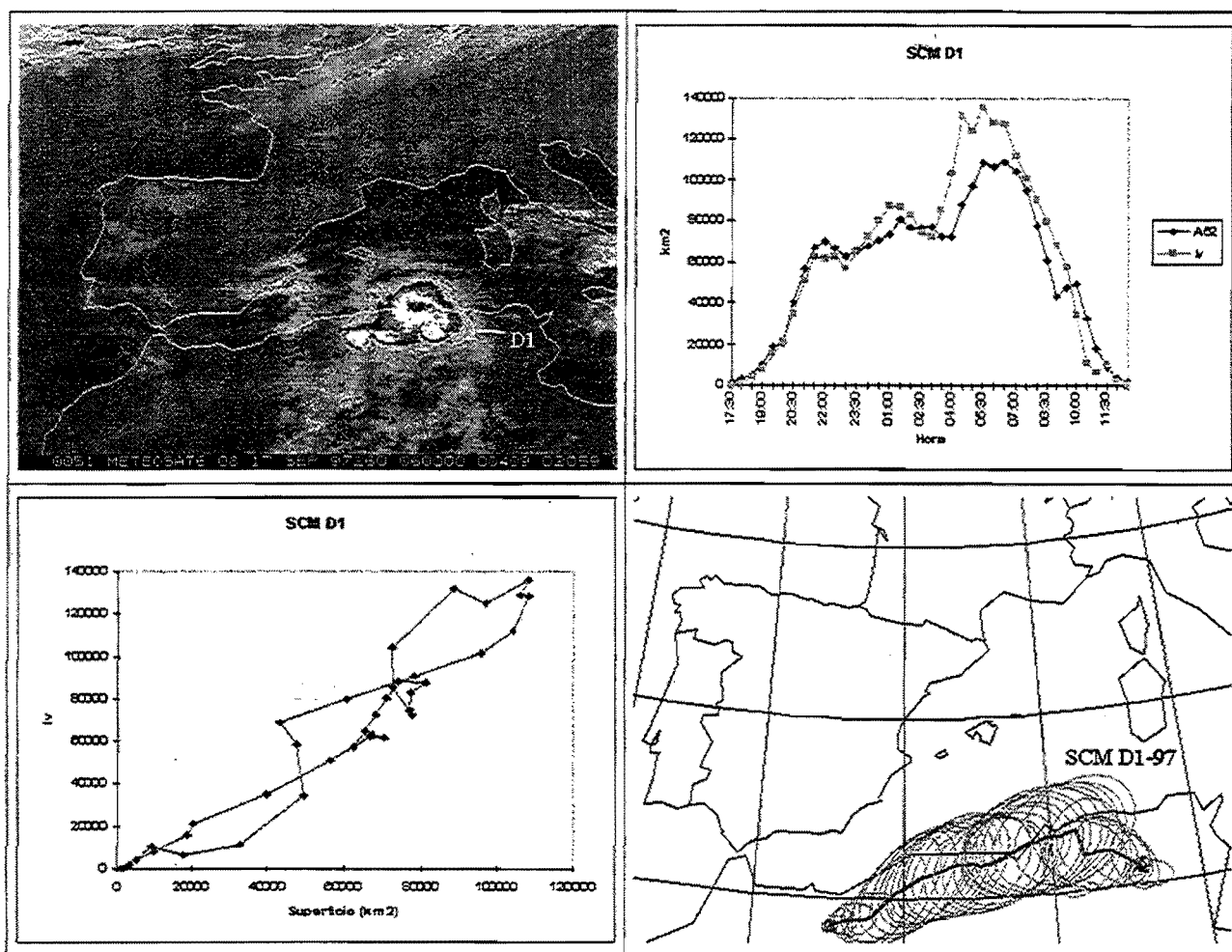


Figura IV.3.5.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM D1

IV.3.4.- SCM D3

El día 17 de septiembre de 1997 a las 14:00 Z, se forma sobre el Atlas argelino una tormenta que es el origen del sistema D3. A las 15:00 Z, el sistema tiene forma redondeada con topos de T menores de -68°C . Posteriormente, crece muy rápido manteniendo su forma y se desplaza hacia el nordeste. Alcanza su máxima extensión a las 21:30 Z y se divide en dos células (la del norte es el sistema D3). A la 1:30 Z del día 18 de septiembre de 1997, se vuelve a dividir en tres células y empieza a decaer. A las 3:00 Z del 18 de septiembre de 1997, se disgrega en dos y desaparece sobre el Mediterráneo.

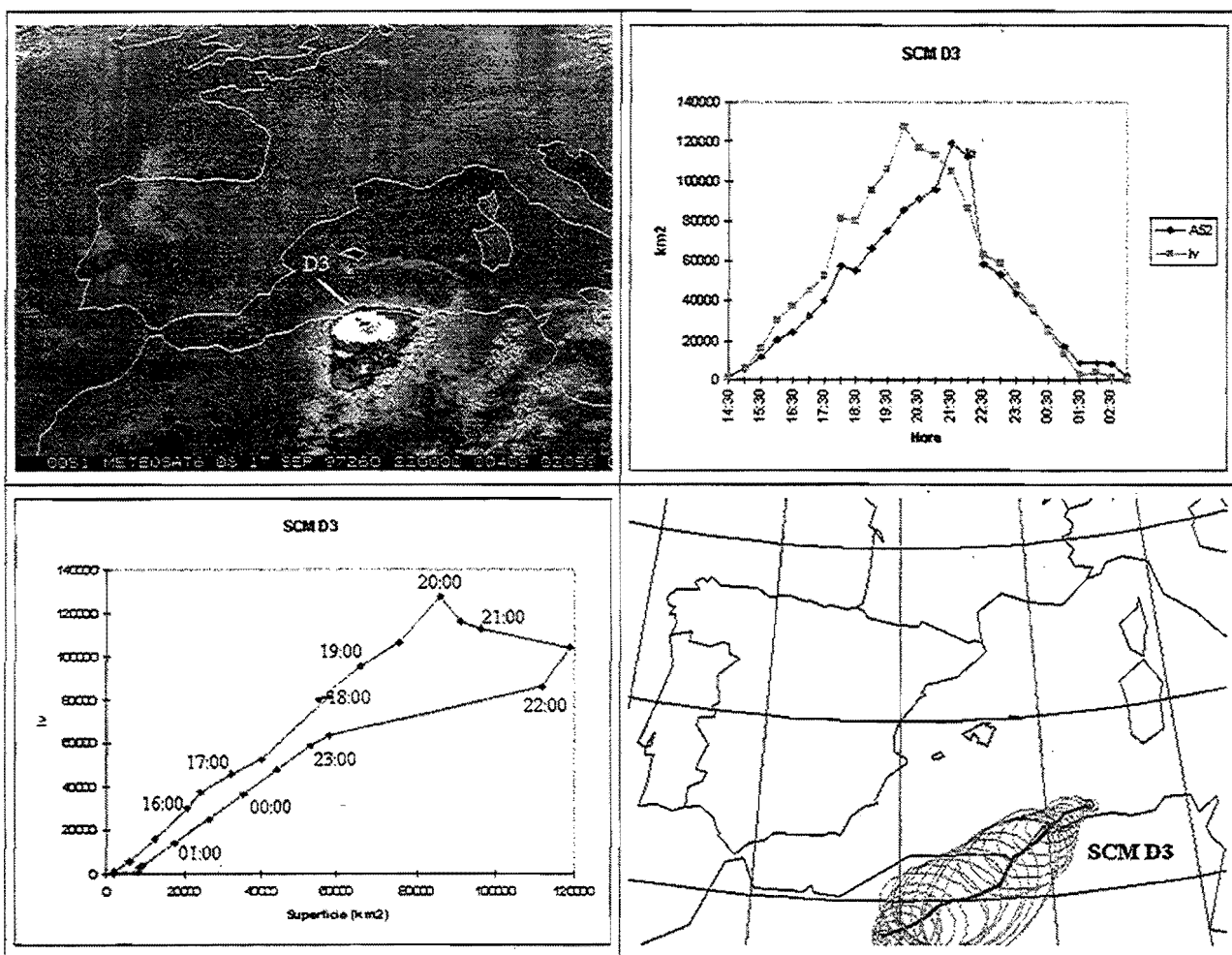


Figura IV.3.6.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM D3

IV.3.5.- Tabla resumen

	D1	D3
Fecha Primeras Tormentas	97259	97259
Hora Primeras Tormentas	17:30	14:30
Localización Primeras Tormentas	tierra	tierra
Hora Máxima Extensión	6:30	21:30
Máxima Extensión (Km ²)	108674	118986
Eje Mayor (Km)	225	256
Excentricidad	0,68	0,58
Orientación	249	221
Temperatura Mínima (°C)	-71	-71
Indice de Volumen	135386	127487
Duración (hh:mm)	15:30	9:30

IV.4.- SITUACION F (19-20 de septiembre de 1997)

IV.4.1.- Descripción general de la situación

Esta situación es una continuación de las situaciones C y D caracterizadas por el aislamiento de DANAS y el paso de pequeñas ondas por el sur de la península y norte de Africa.

La situación de los días 19 y 20 de septiembre de 1997 se caracteriza en niveles altos por el paso sucesivo de dos pequeñas vaguadas por el sur de la península y norte de Marruecos y Argelia.

En 700 mb, los días 19 y 20 existe viento moderado de componente W sobre el norte de Marruecos y Argelia. Hay dos bandas de humedad significativa en 700 mb: una en el oeste de la península y otra en el norte de Argelia.

En 500 mb la vaguada térmica que acompaña a la vaguada dinámica se extiende desde el sudeste de la península al noroeste de Argelia el día 19 a las 12 Z.

En superficie hay altas presiones relativas en el este de la península y norte de Africa.

En esta situación se originaron dos sistemas convectivos de mesoescala (F1 y F3) en el norte de Argelia, dentro de la banda de humedad asociada con el paso de la vaguada por el norte de Africa.

Ver análisis HIRLAM e imágenes WV e IR (figuras IV.4.1 a IV.4.3).

IV.4.2.- Precipitaciones registradas

Los sistemas que se formaron en esta situación desarrollaron su ciclo de vida, fuera de España, por lo tanto, no tenemos constancia de las precipitaciones que produjeron.

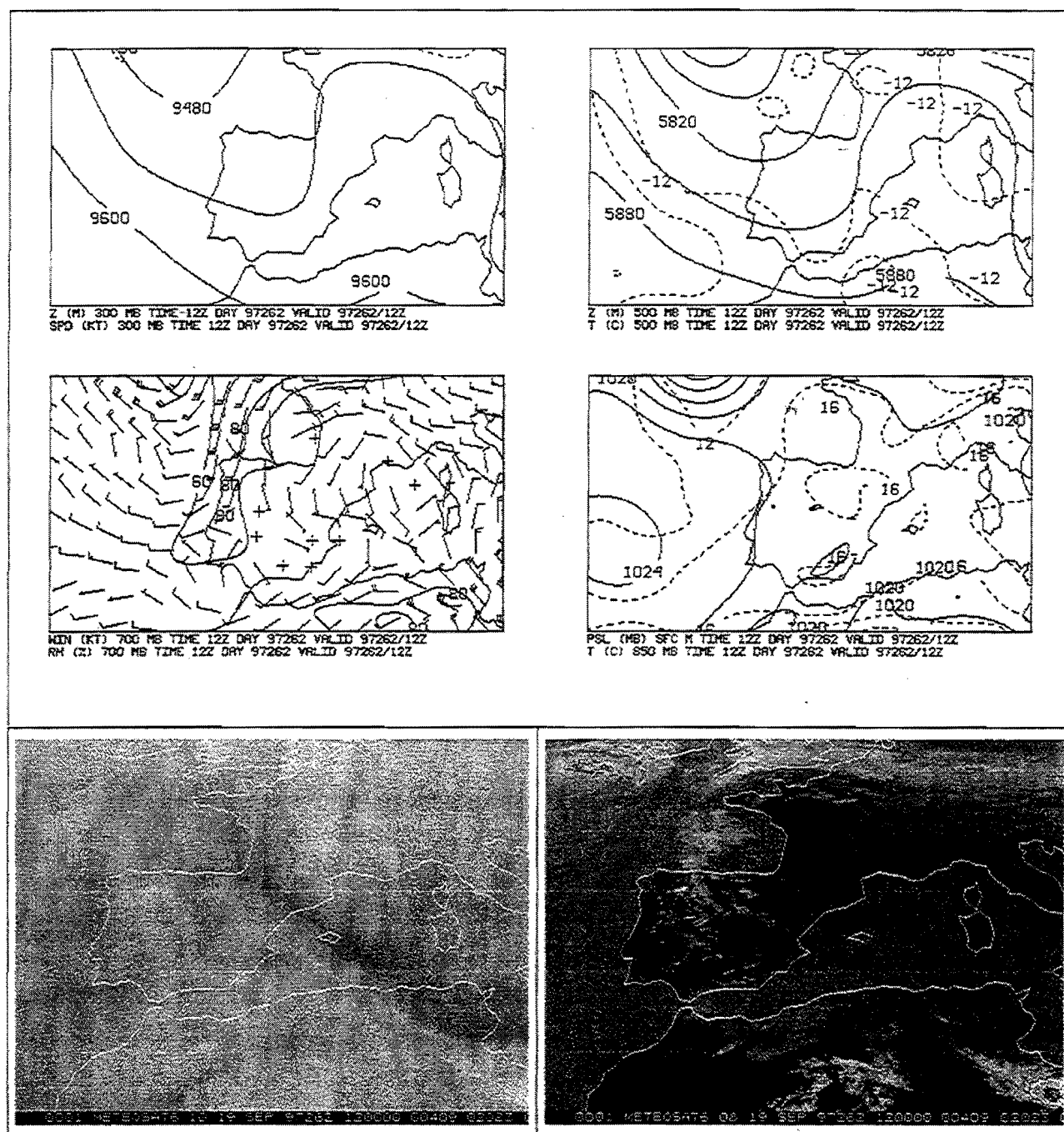
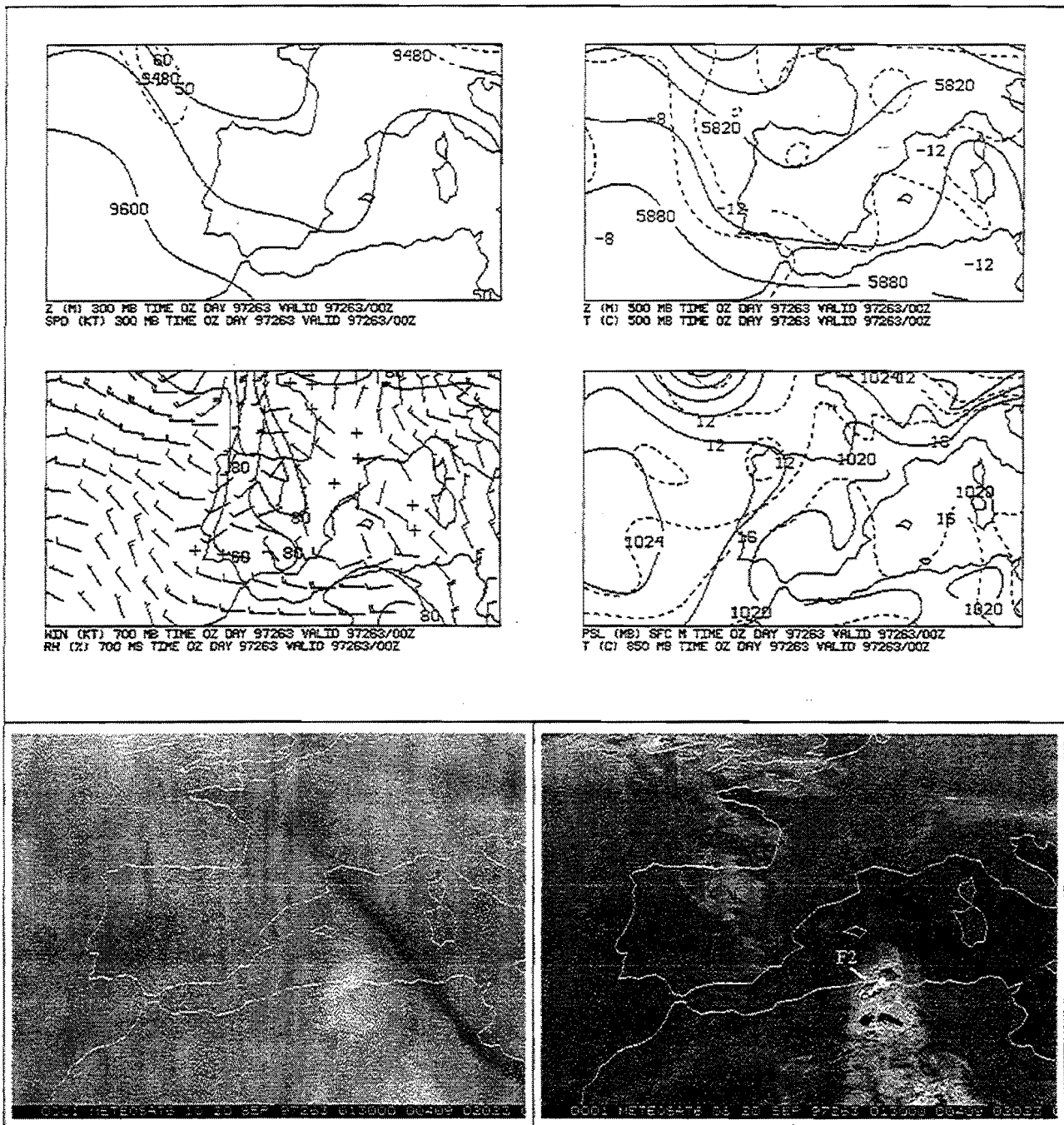


Figura IV.4.1.- Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 19 de septiembre de 1997 a las 12 Z



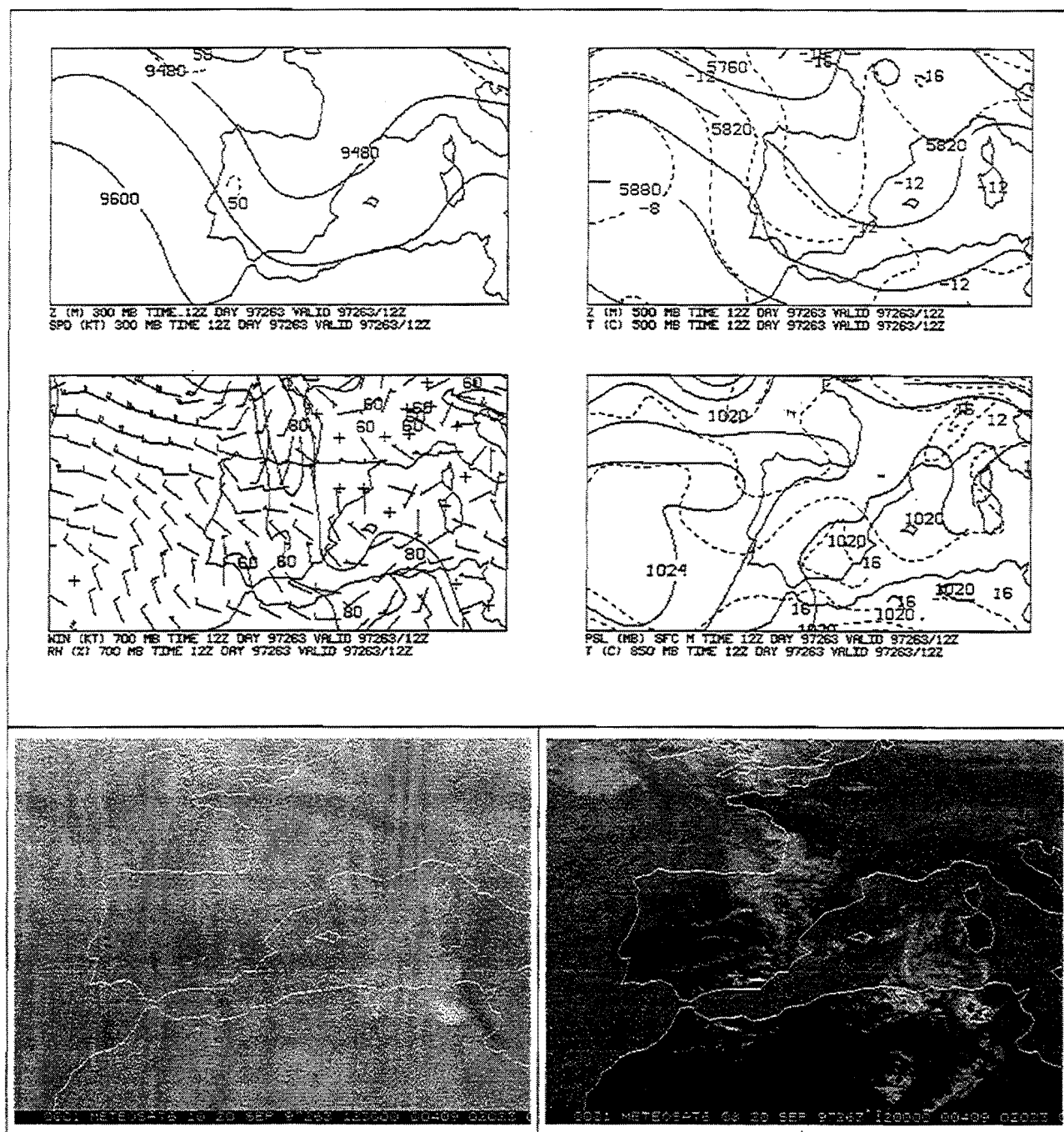


Figura IV.4.3.- Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 20 de septiembre de 1997 a las 12 Z

IV.4.3.- SCM F1

Se forman las primeras tormentas precursoras de este sistema el día 19 de septiembre de 1997 a las 18:00 Z, sobre el Atlas argelino. El sistema se desarrolla y se extiende hacia la costa. Alcanza su máxima extensión a las 23:00 Z. Posteriormente decae y finaliza su ciclo de vida el día 20 a la 01:30 Z.

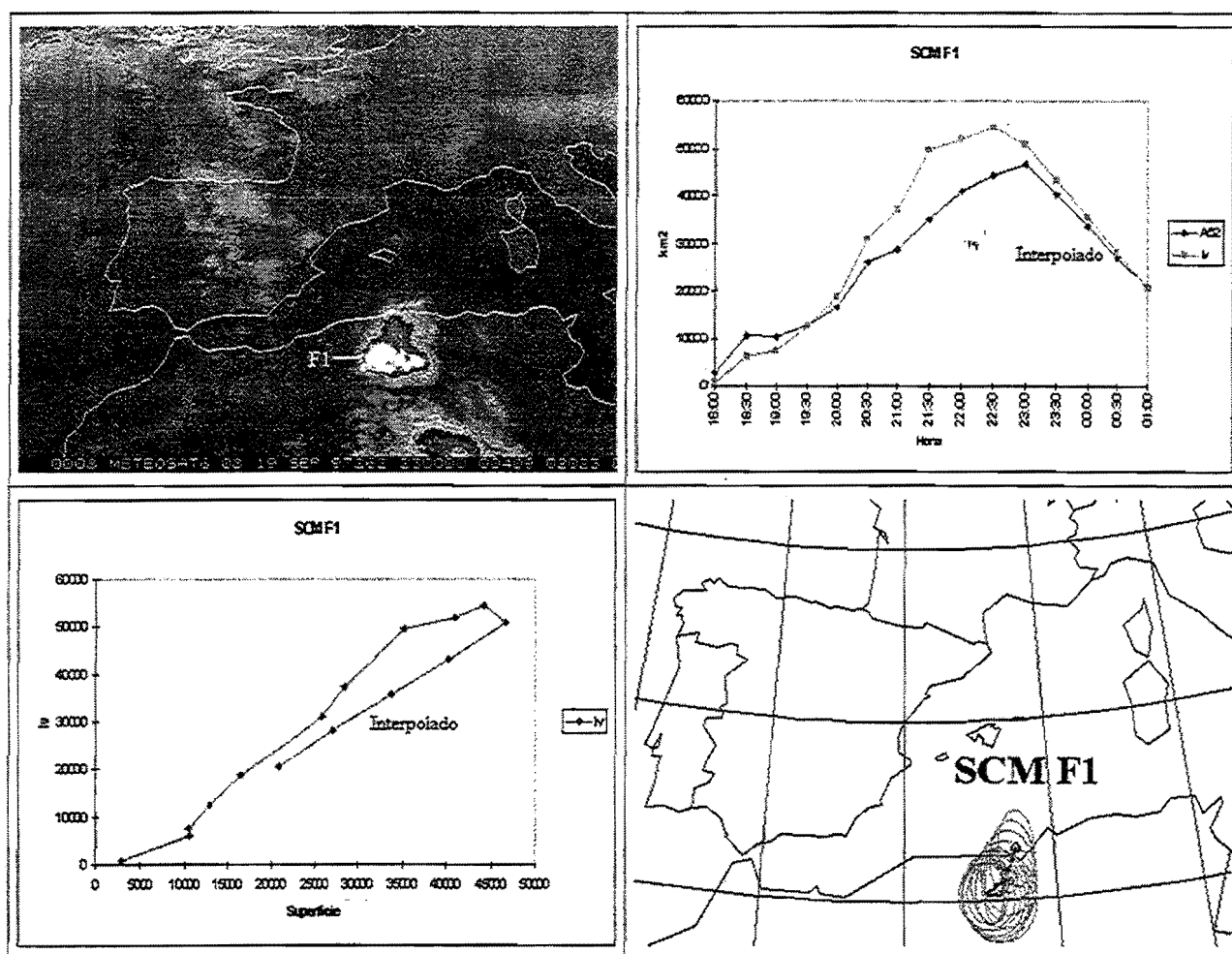


Figura IV.4.4.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM F1

IV.4.4.- SCM F2

Se forma el día 20 de septiembre de 1997 a las 01:30 Z en la costa este argelina. Se desarrolla y extiende hacia Túnez. Tiene forma redondeada. Alcanza su máxima extensión a las 05:30 Z. A las 06:00 Z se desprende una célula tormentosa por el oeste, decae y a las 07:00 Z desaparece.

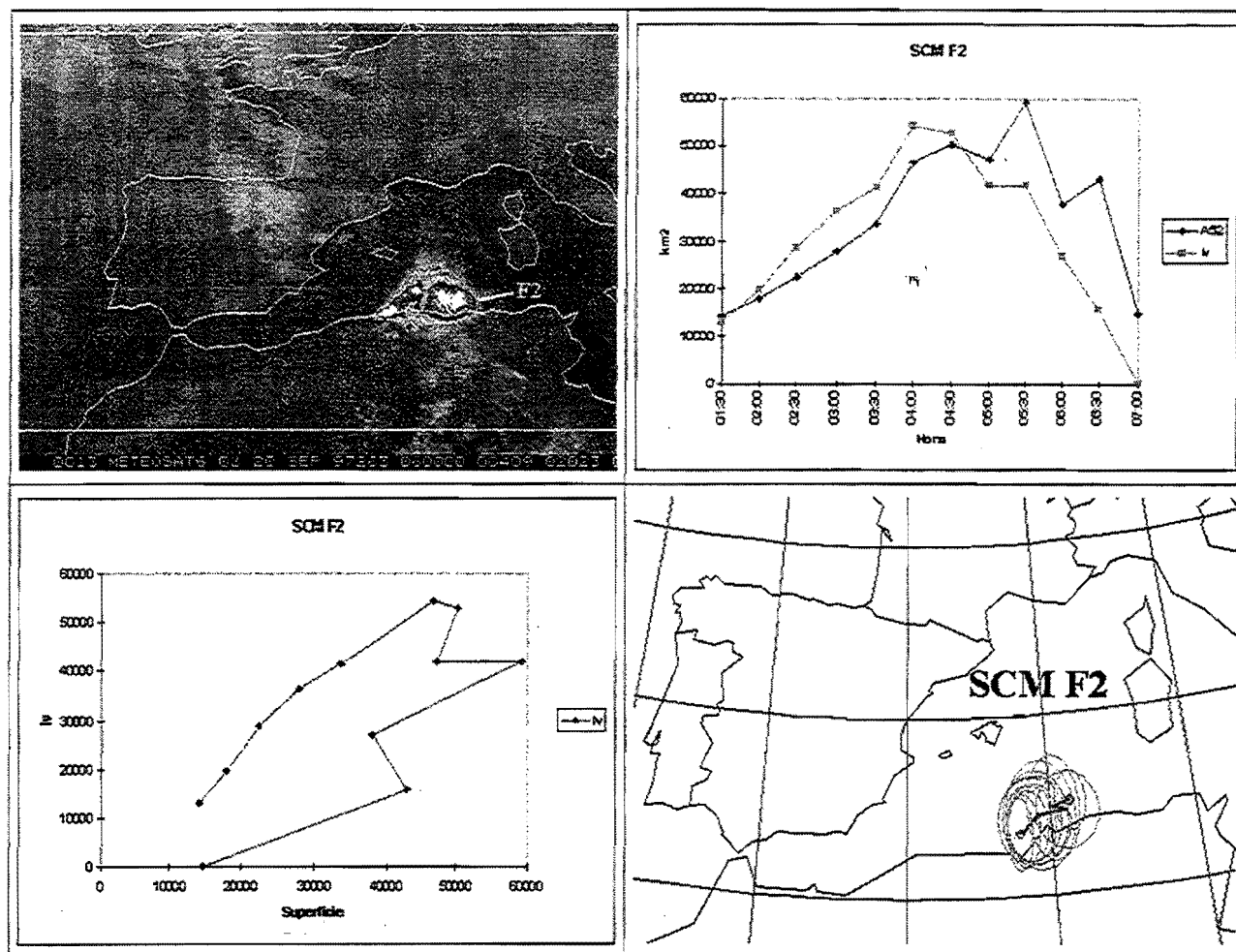


Figura IV.4.5.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM F2

IV.4.5.- Tabla resumen

	F1	F2
Fecha Primeras Tormentas	97262	97263
Hora Primeras Tormentas	18:00	0:00
Localización Primeras Tormentas	tierra	costa
Hora Máxima Extensión	23:00	5:30
Máxima Extensión (Km ²)	46652	59264
Eje Mayor (Km)	137	170
Excentricidad	0,79	0,65
Orientación	243	267
Temperatura Mínima (°C)	-68	-72
Indice de Volumen	54268	54194
Duración (hh:mm)	7:00	6:00

IV.5.- SITUACION G (24-25 de septiembre de 1997)

IV.5.1.- Descripción general de la situación

La situación de los días 24 y 25 de septiembre de 1997 se caracteriza en niveles altos y medios, por el paso de una vaguada móvil de oeste a este de la península y la aproximación posterior de una baja por el noroeste. El embolsamiento de aire frío en niveles medios que acompaña a la vaguada, se desplaza igualmente desde el tercio oeste de la península al sudeste de la misma y área mediterránea.

En 700 mb, el flujo de viento que inicialmente es del SSW, moderado en el tercio oeste de la península va desplazándose hacia el este de la península aunque disminuyendo de intensidad. En este nivel, el núcleo de humedad relativa 80% se desplaza hacia el este de la península.

En 850 mb, se observa la presencia de una fuerte dorsal térmica de eje N-S desde el Cantábrico al mar de Alborán.

En superficie, existe una baja térmica sobre Marruecos y el norte de Argelia que se extiende al sur peninsular.

En esta situación se desarrollaron dos sistemas convectivos de mesoescala (G1 y G2) en el este de la península, dentro de la banda de humedad que acompaña el paso de la vaguada.

Ver análisis HIRLAM e imágenes WV e IR (figuras IV.5.1 a IV.5.4)

IV.5.2.- Precipitaciones registradas

Durante los días 24 y 25 de septiembre de 1997 se registraron precipitaciones de carácter tormentoso asociadas a los sistemas convectivos desarrollados en esta situación.

En Valencia el día 25 se registraron precipitaciones superiores a 50 l/m² en 24 h. en varias localidades. Destacan las siguientes:

Localidad	Precipitación	Periodo	SCM
Picassent (Valencia)	80 l/m ²	24 h.	G1
Almussafes (Valencia)	73.0 l/m ²	24 h.	G1

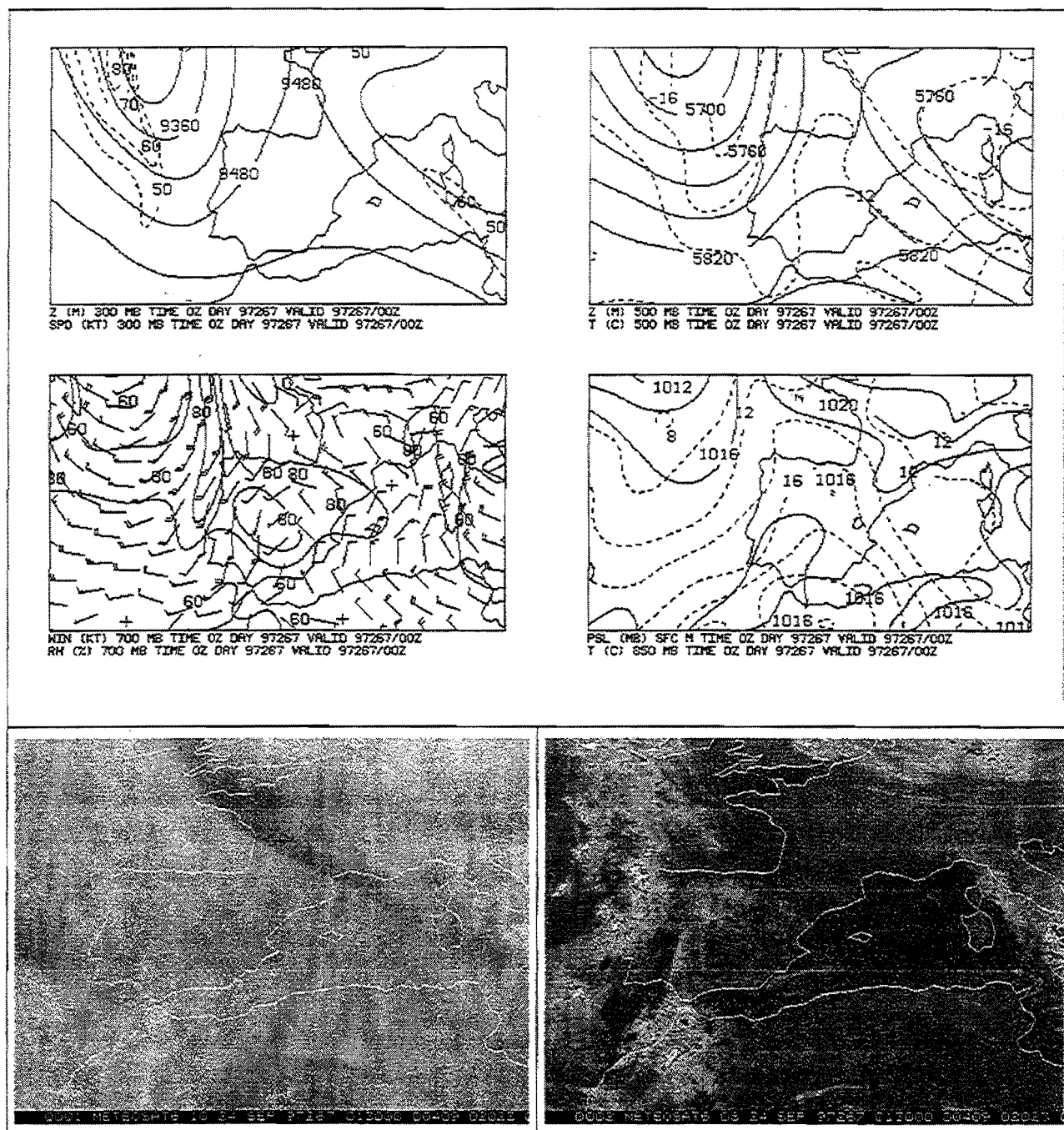


Figura IV.5.1.- Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 24 de septiembre de 1997 a las 00 Z

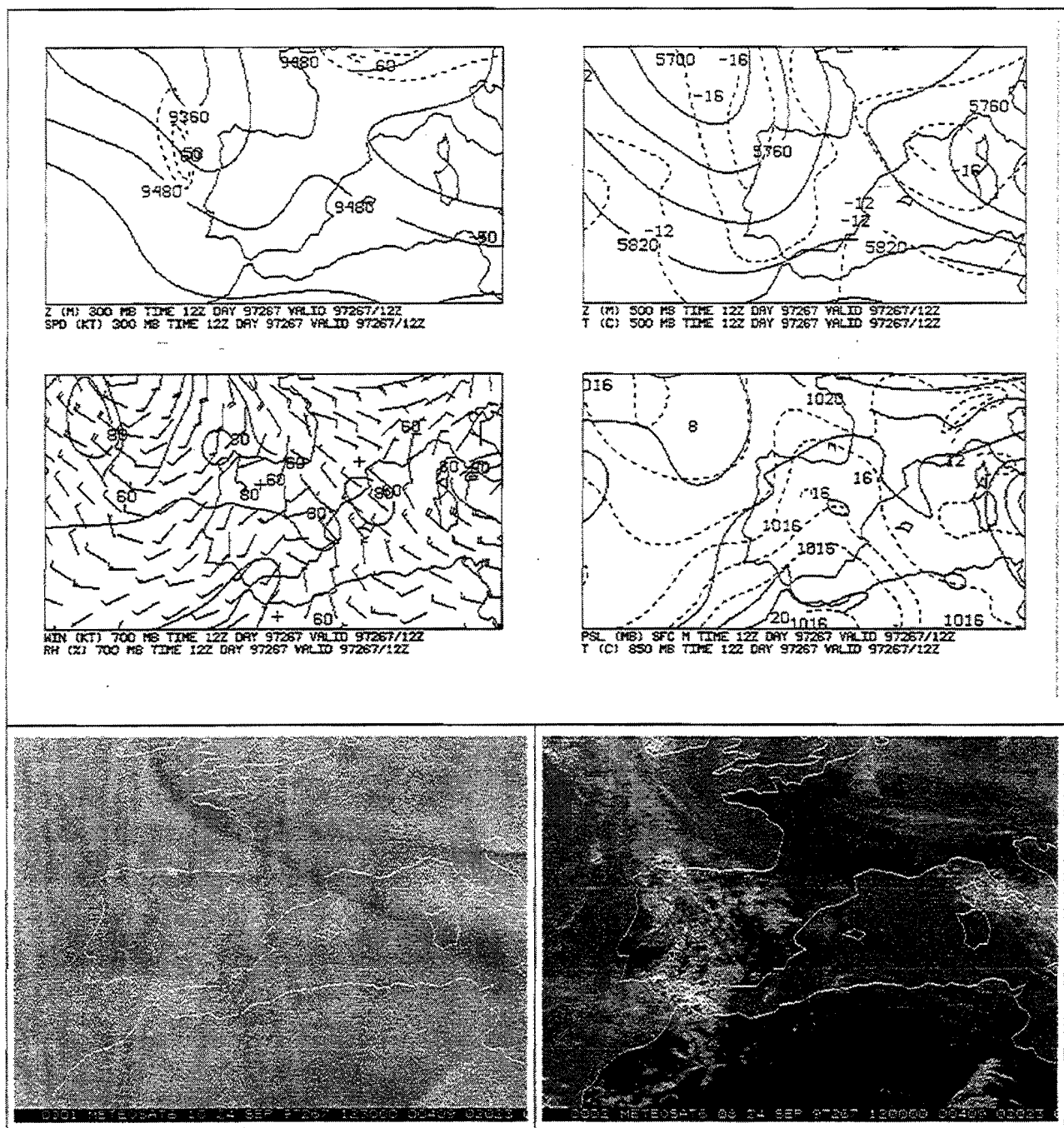


Figura IV.5.2.- Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 24 de septiembre de 1997 a las 12 Z

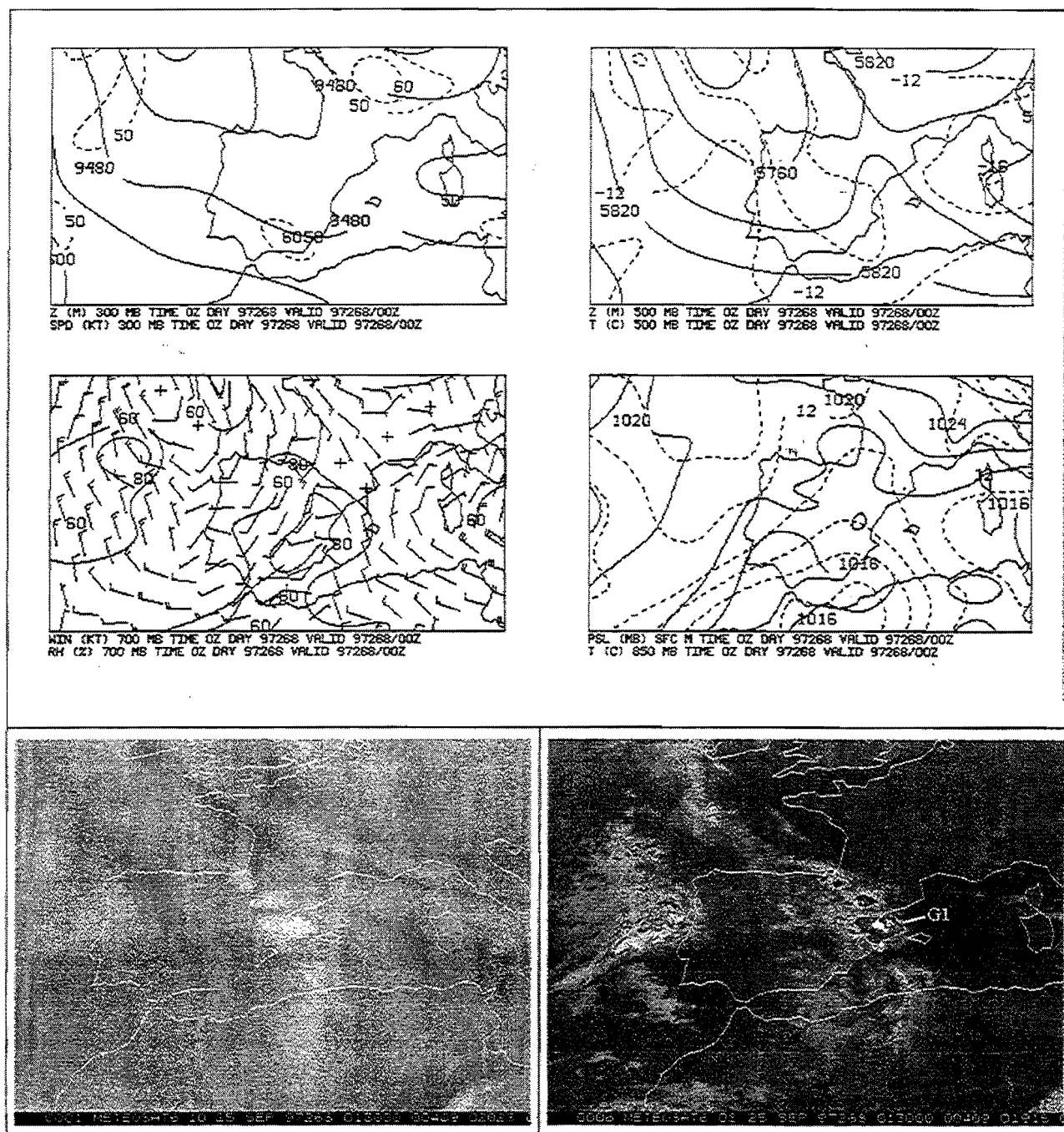


Figura IV.5.3.- Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 25 de septiembre de 1997 a las 00 Z

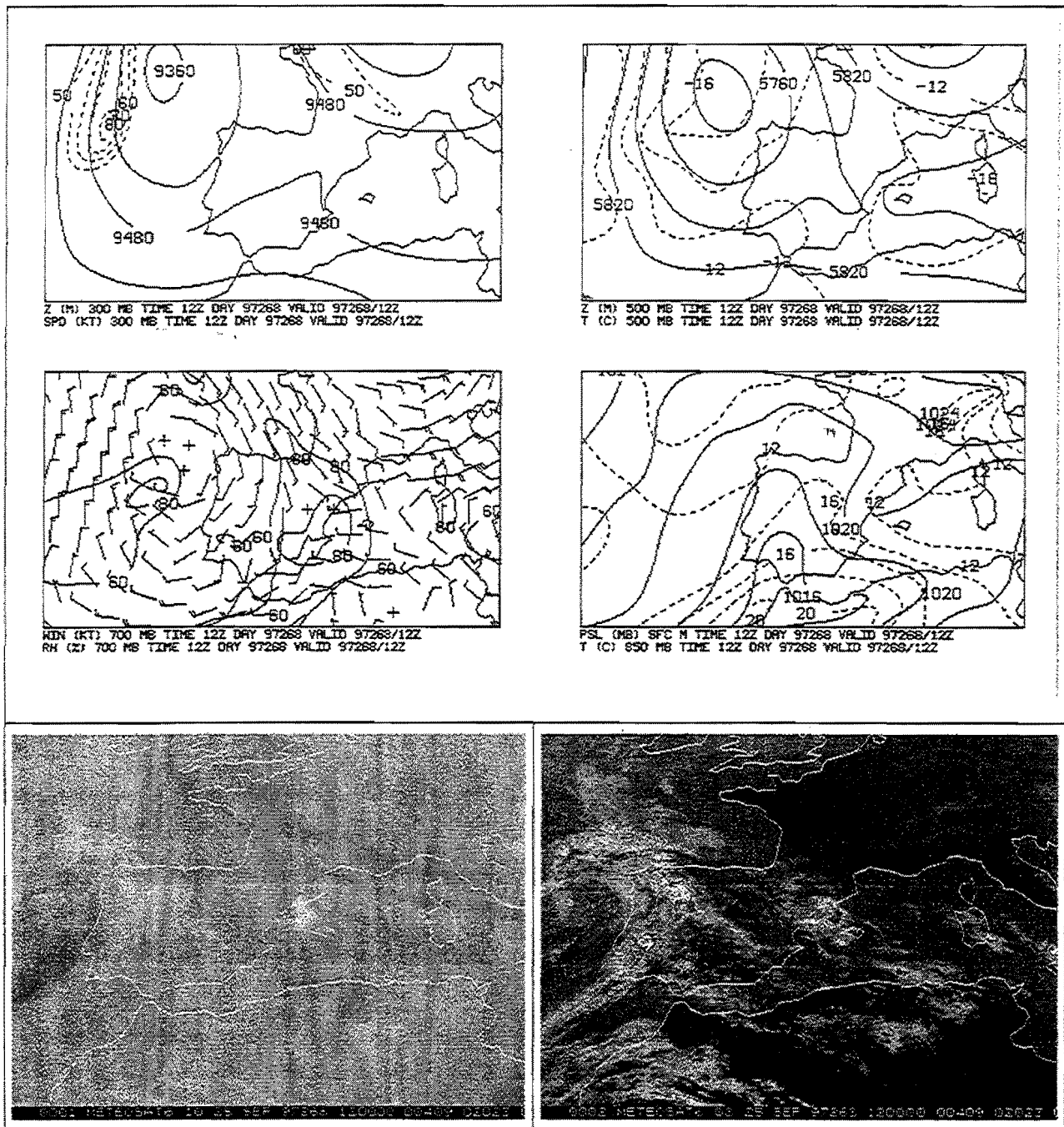


Figura IV.5.4.- Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 25 de septiembre de 1997 a las 12 Z

IV.5.3.- SCM G1

Se forma el 24 de septiembre de 1997 a las 16:30 Z sobre Albacete. Posteriormente crece y se desplaza hacia el NE. Tiene forma redondeada. Alcanza su máxima extensión a la 21:00 Z. A continuación decae, se extiende hacia el golfo de Valencia y se reactiva de tal forma que a la 01:30 Z del día 25 el área alcanza un máximo secundario. Gran parte del sistema se encuentra sobre el mar. Más tarde se mueve hacia el NW, penetra en el interior peninsular, decae y finaliza su ciclo de vida a las 04:30 Z del día 25.

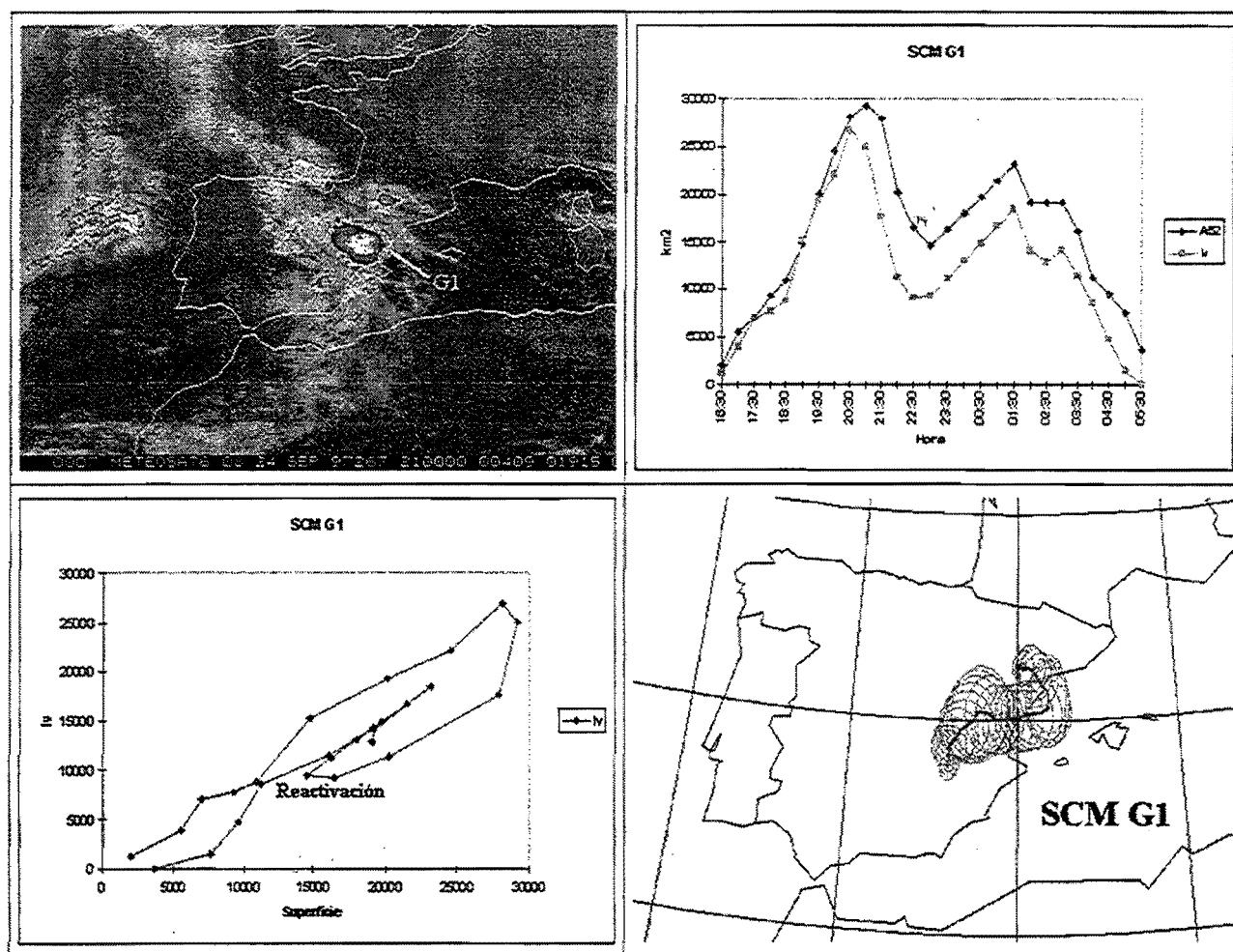


Figura IV.5.5.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM G1

IV.5.4.- SCM G2

Aparece el día 24 de septiembre de 1997 a las 15:00 Z sobre el noroeste de Burgos. Crece y se mueve hacia el norte. Tiene forma redondeada y presenta su máximo gradiente de temperatura en su parte sur. A las 17:00 Z se sitúa sobre la costa cantábrica y a continuación se desplaza hacia el este barriendo la costa. Alcanza su máxima extensión a las 19:00 Z, posteriormente decae y finaliza su ciclo de vida a las 20:30 Z del día 24.

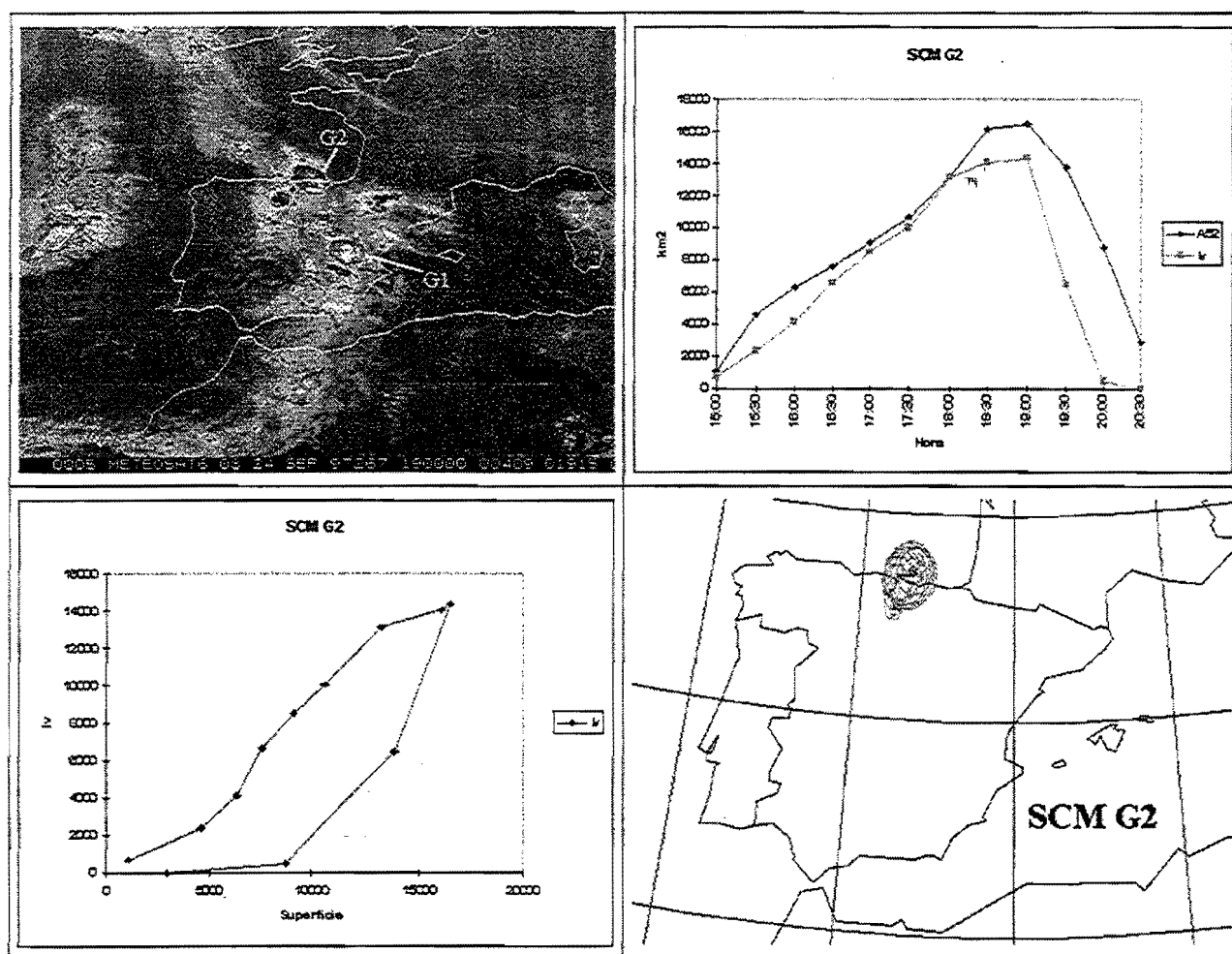


Figura IV.5.6.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM G2

IV.5.5- Tabla resumen

	G1	G2
Fecha Primeras Tormentas	97267	97267
Hora Primeras Tormentas	16:30	15:00
Localización Primeras Tormentas	tierra	tierra
Hora Máxima Extensión	21:00	19:00
Máxima Extensión (Km ²)	29210	16504
Eje Mayor (Km)	118	91
Excentricidad	0,67	0,64
Orientación	306	313
Temperatura Mínima (°C)	-64	-63
Indice de Volumen	26876	14366
Duración (hh:mm)	9:30	2:00

IV.6.- SITUACION H (26-28 de septiembre 1997)

IV.6.1.- Descripción general de la situación

La situación H es continuación de la G. La configuración sinóptica de los días 26 al 28 de septiembre se caracteriza en niveles altos, por la existencia de una depresión aislada que se mueve, desde el oeste de Galicia hacia el sur peninsular, conducida por un máximo de viento en 300 mb de unos 90 Kt y que se sitúa el día 28 sobre el Golfo de Cádiz.

En el análisis HIRLAM del 26 de septiembre a las 00 Z, se observa la depresión aislada al oeste de la península con el núcleo frío asociado en 500 mb sobre el noroeste peninsular. El máximo de viento en 300 mb la dirige hacia el sur, de tal forma que el día 28 a las 12 Z, la depresión aislada y el núcleo frío asociado se sitúan sobre el Golfo de Cádiz.

El viento en 700 hPa es de componente S sobre Marruecos, Andalucía, Murcia y Levante durante los tres días.

En niveles bajos, la baja térmica existente el día 26 sobre el norte de Marruecos y Argelia, se extiende hacia el sur de la península los días 27 y 28. El día 26 hay una frontera térmica bien definida en 850 mb desde el Golfo de Cádiz hasta el mar de Alborán.

En esta situación se desarrollaron cinco sistemas convectivos de mesoescala (H1, H2, H3, H4 y H6) en el norte de Africa y mitad sur de la península.

Ver análisis HIRLAM e imágenes WV e IR (figuras IV.6.1 a IV.6.6).

IV.6.2.- Precipitaciones registradas

En el episodio de los días 26, 27 y 28 de septiembre de 1997 se formaron los siguientes SCM:

El día 26 se originan dos sistemas convectivos de mesoescala: el H1 se forma sobre las costas de Marruecos y el H2 sobre las estribaciones occidentales del Atlas marroquí. Ambos se desplazan hacia el noreste, atraviesan el Mar de Alborán y pasan al sur de la Península Ibérica con distintas trayectorias. El día 26 de septiembre el sistema H2 ocasiona fuertes precipitaciones en Huelva.

El día 27 se forman otros dos sistemas convectivos: el H3, que se origina en la serranía de Ronda y H4 sobre la cordillera del Atlas en Marruecos. Ambos sistemas producen fuertes precipitaciones sobre el sudeste de la península.

El día 28 surge el sistema H6 sobre el cabo de la Nao donde permanece prácticamente estacionario hasta su disipación produciendo fuertes precipitaciones en dicha zona.

Los días 26, 27 y 28 de septiembre de 1997 se registraron precipitaciones mayores de 60 l/m^2 en numerosos puntos del sur peninsular, rebasando los 100 l/m^2 en bastantes estaciones. Algunas de estas precipitaciones pudieran estar asociadas a los sistemas convectivos H1, H2, H3, H4 y H6.

Los dos valores más significativos (superiores a 100 l/m^2) que se alcanzaron en este episodio para cada una de las provincias afectadas y ligadas posiblemente a cada sistema H fueron:

Localidad	Precipitación	Período	SCM
Alhama de Almería	200.8 l/m^2	24 h. día 27	H3
Ojén (Málaga)	171.2 l/m^2	24 h. día 27	H3
Jávea (Valencia)	158.5 l/m^2	24 h. día 27	H4
Moratalla (Murcia)	115.5 l/m^2	24 h. día 27	H4
Lucena del Puerto (Huelva)	153.0 l/m^2	24 h. día 26	H2
Cortes de la Frontera (Málaga)	134.0 l/m^2	24 h. día 26	H1

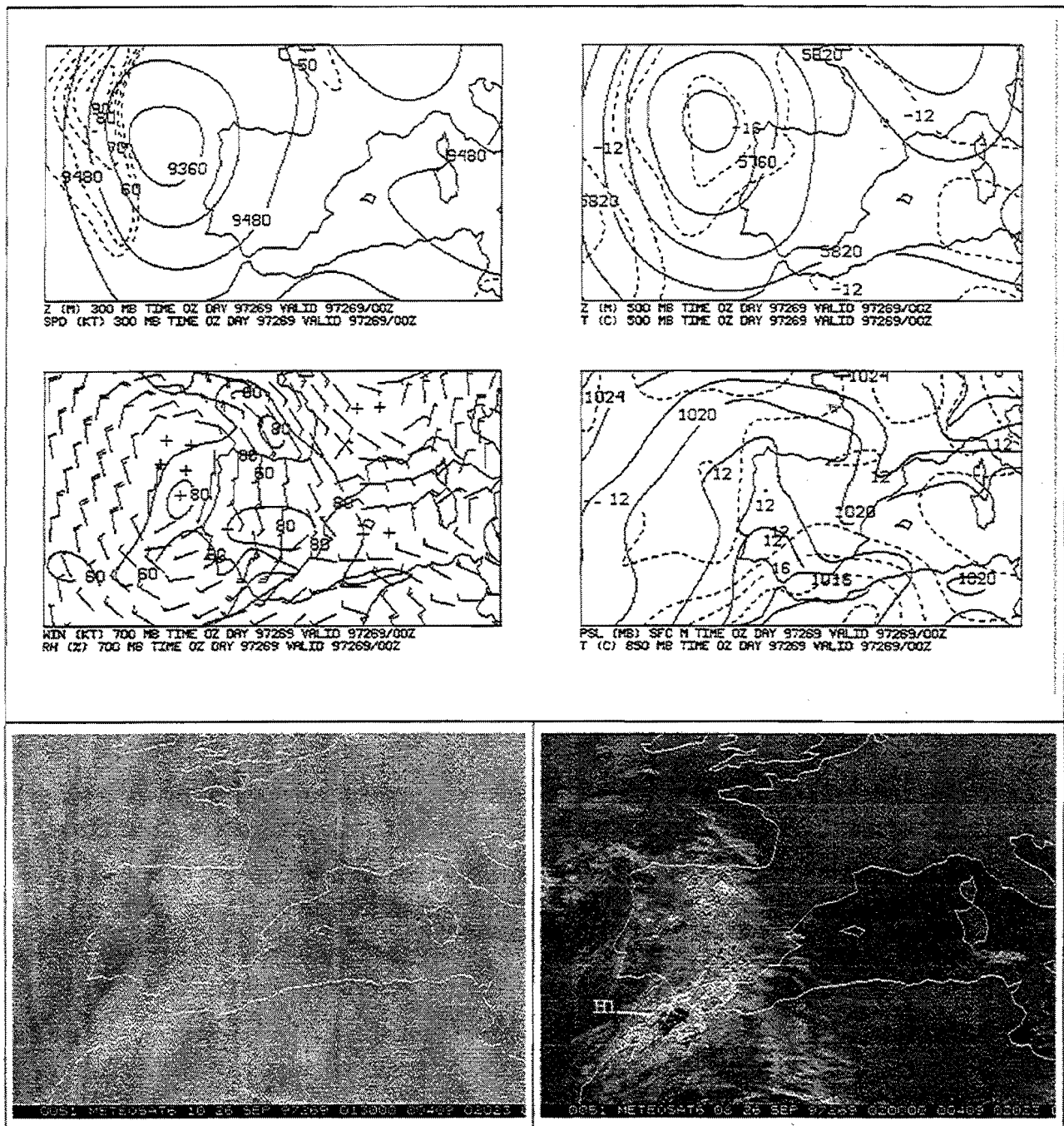


Figura IV.6.1.-Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 26 de septiembre de 1997 a las 00 Z

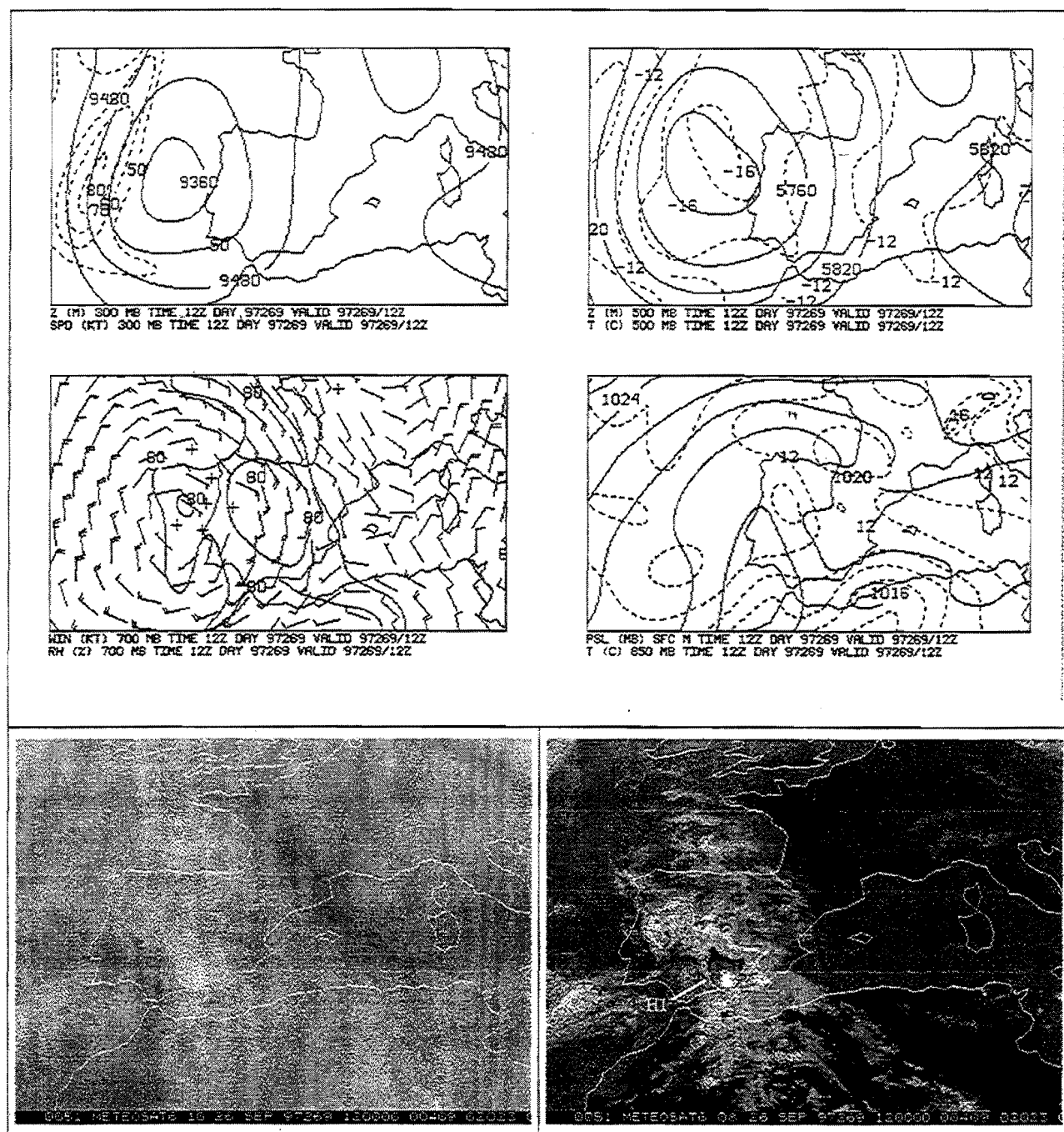


Figura IV.6.2.-Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 26 de septiembre de 1997 a las 12 Z

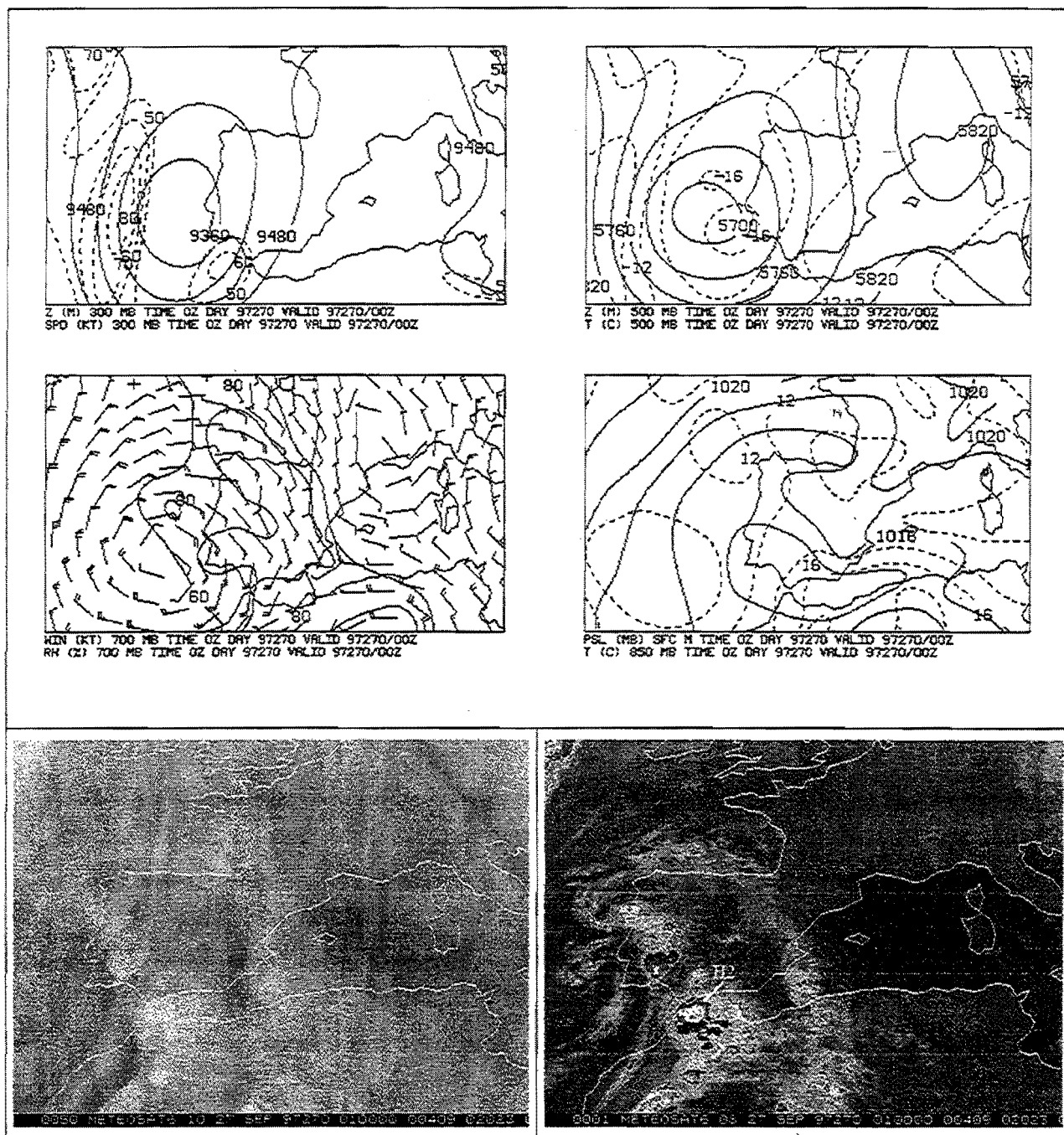


Figura IV.6.3.-Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 27 de septiembre de 1997 a las 00 Z

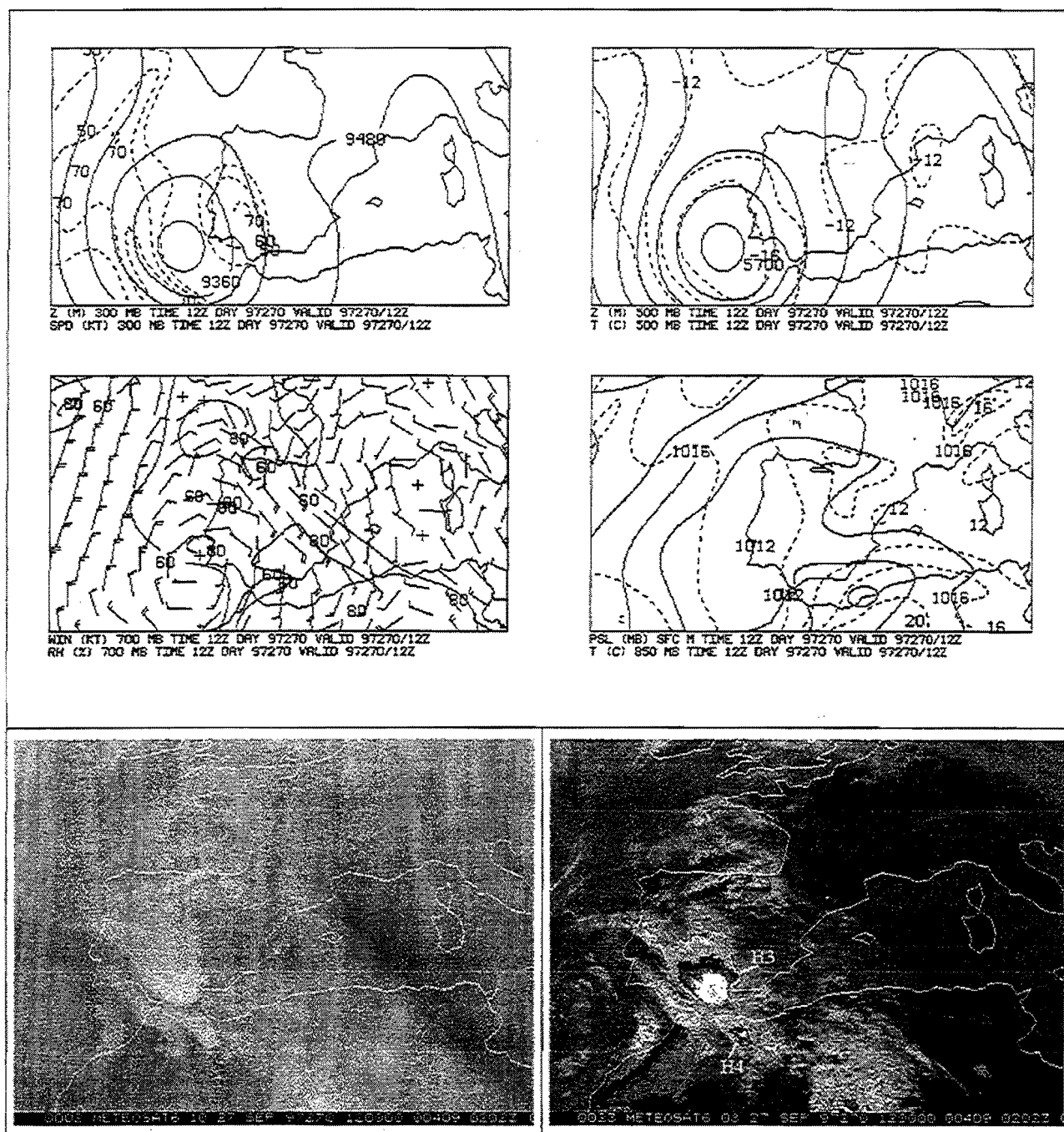


Figura IV.6.4.-Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 27 de septiembre de 1997 a las 12 Z

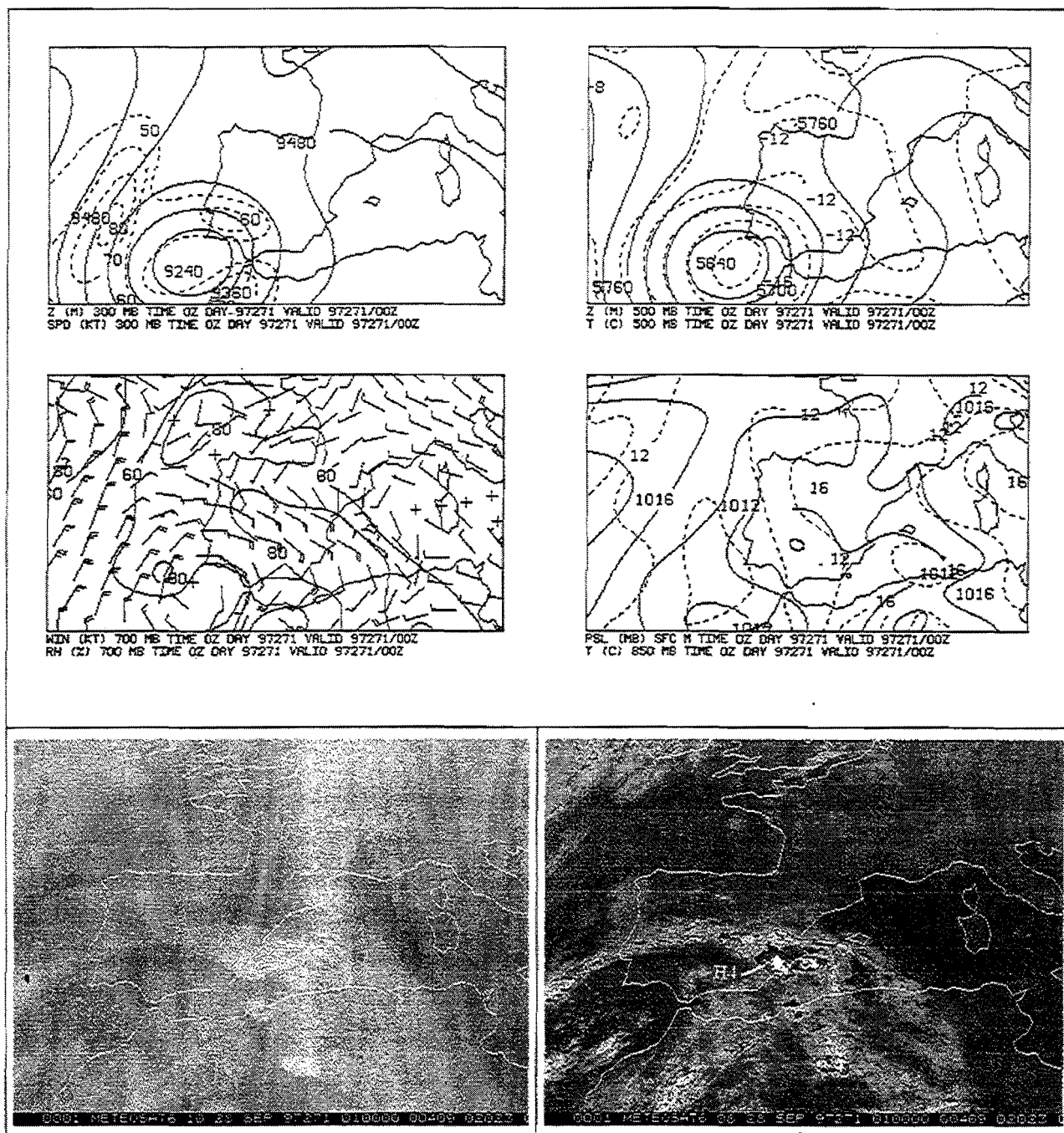


Figura IV.6.5.-Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 28 de septiembre de 1997 a las 00 Z

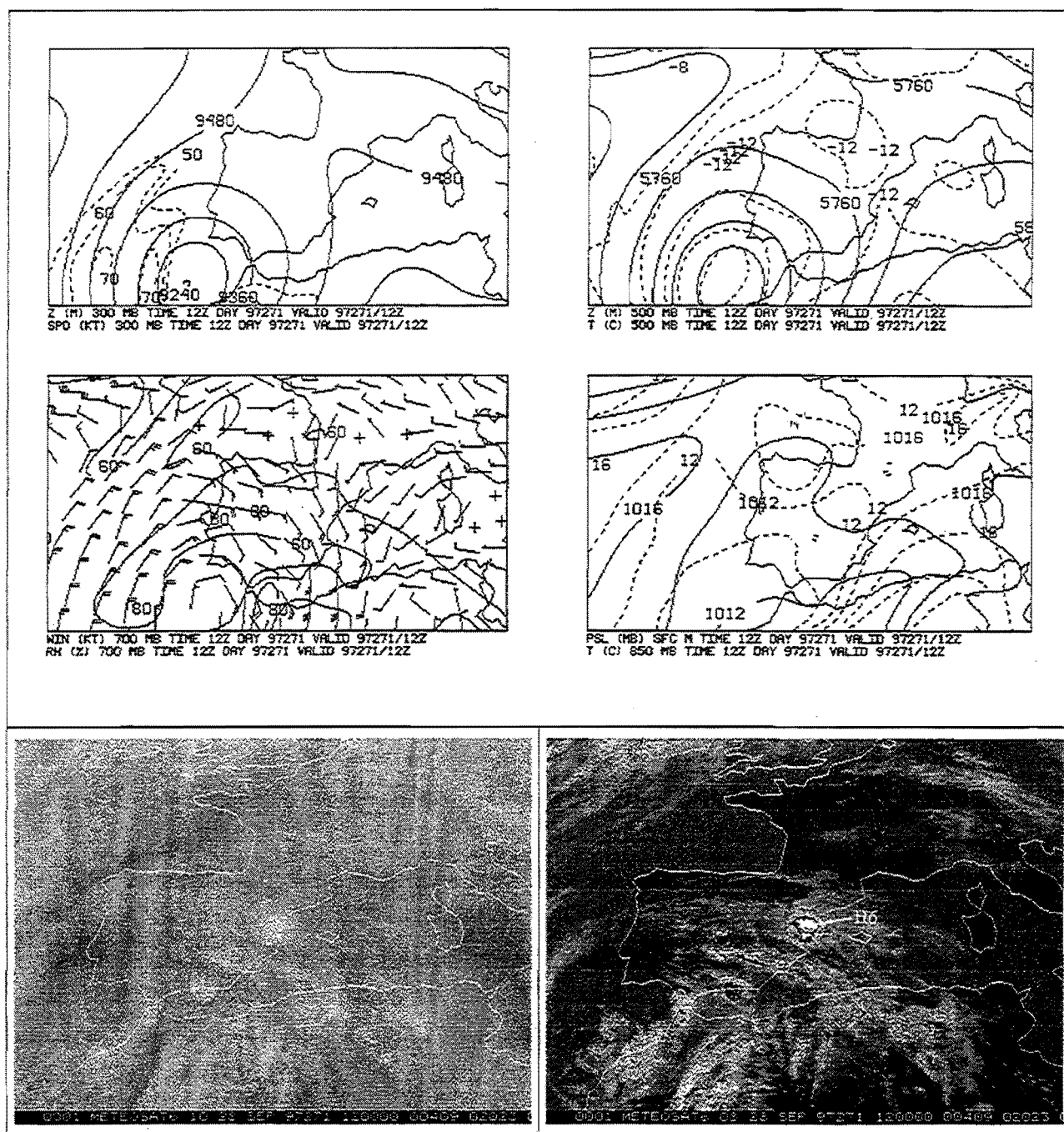


Figura IV.6.6.-Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 28 de septiembre de 1997 a las 12 Z

IV.6.3.- SCM H1

El sistema H1 es de evolución simple: surge el 26 de septiembre de 1997 a las 02:00 Z cerca de Rabat. Posteriormente crece, se desplaza hacia el nordeste y atraviesa el estrecho de Gibraltar. Alcanza su máxima extensión a las 07:30 Z. Muestra forma de V en parte de su ciclo de vida. Empieza a decaer a las 11:00 Z y desaparece a las 13:30 Z del día 26.

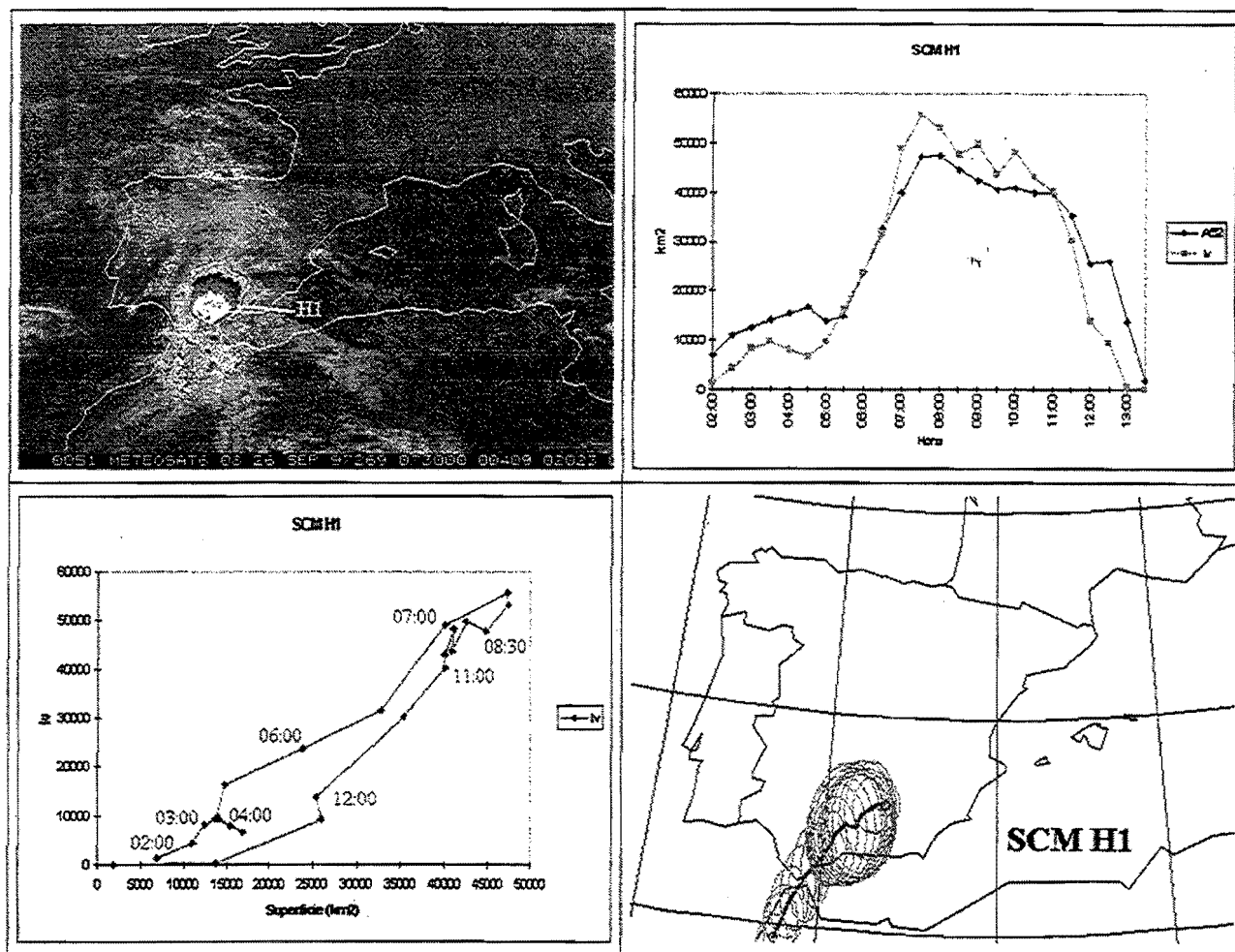


Figura IV.6.7.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM H1

IV.6.4.- SCM H2

El sistema H2 evoluciona anexionándose otras células a lo largo de su ciclo de vida: el día 26 de septiembre de 1997 a las 18:00 Z se forma en las estribaciones occidentales del Atlas marroquí. A las 18:30 Z se funde con otra célula situada al norte y presenta topes con temperaturas inferiores a -68°C . A las 19:00 Z muestra el máximo gradiente de temperatura en su parte occidental. Posteriormente, crece y se desplaza hacia el este. A las 19:30 Z comienza la unión del sistema con otra célula que se encuentra al sur del H2. A las 21:30 Z alcanza su máxima extensión y a continuación se desplaza hacia el norte.

Entre las 23:00 Z y la 1:00 Z del día 27 inicia el paso del estrecho de Gibraltar. Desde Cádiz se mueve hacia el noroeste, y se aproxima a una célula existente sobre el sur de Portugal. A las 4:00 Z se une a la célula de Portugal y aumenta mucho su extensión. A las 6:30 Z el sistema se debilita y a las 8:00 Z del día 27 se disipa. Este SCM produjo fuertes precipitaciones a su paso por Huelva, Cádiz y Sevilla.

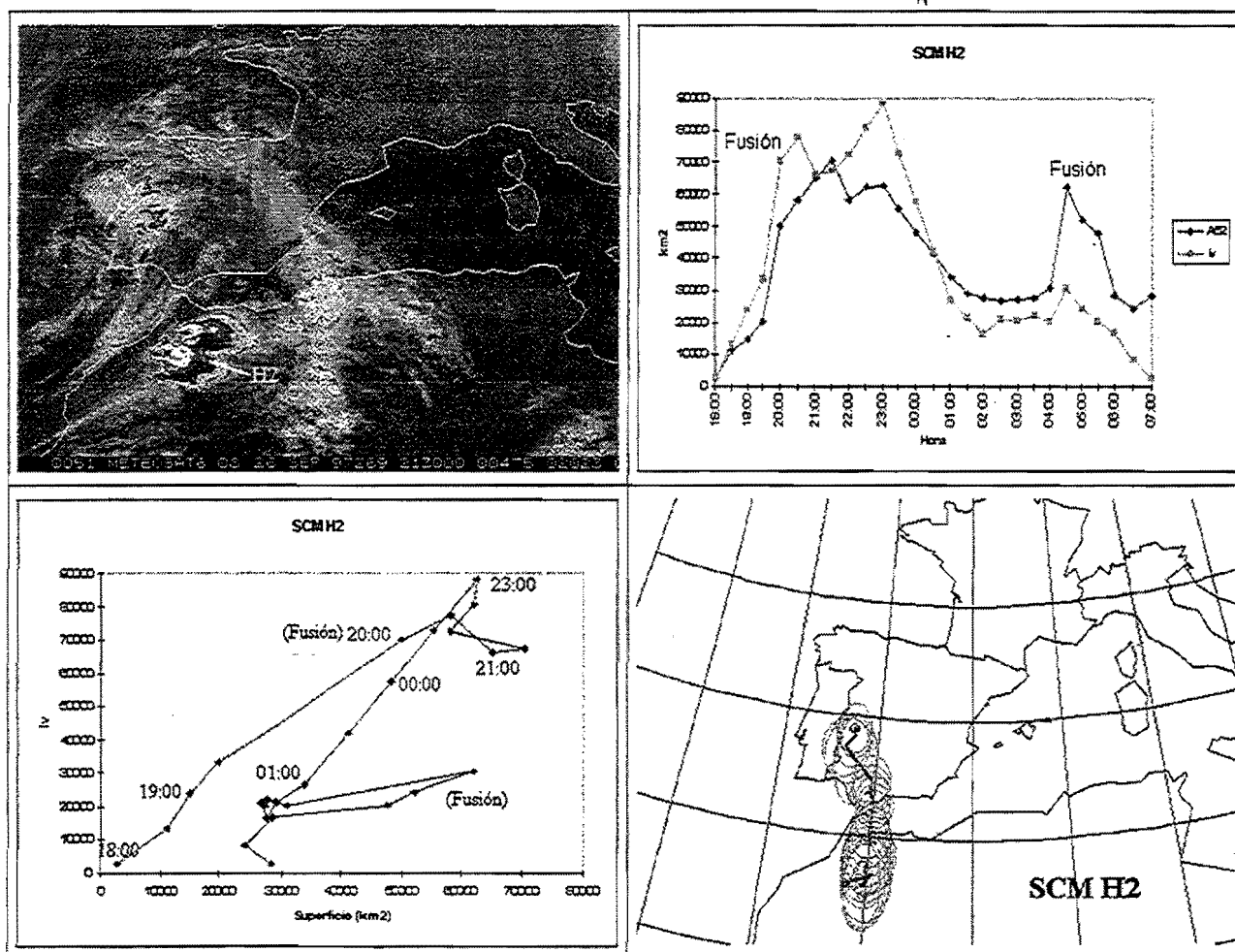


Figura IV.6.8.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM H2

IV.6.5.- SCM H3

Surge el día 27 de septiembre de 1997 a las 06:00 Z, en la Serranía de Ronda (Málaga). Crece y se reactiva por el borde marítimo, situado sobre el Mar de Alborán. Alcanza gran extensión a las 9:00 Z. A partir de las 10:00 Z comienza un lento desplazamiento sobre el litoral, hacia Andalucía Oriental.

A las 13:00 Z se reactiva por el sur, donde se observan toques con temperaturas inferiores a -68°C y aparece una célula situada al sudeste del H3. El sistema alcanza la máxima extensión a las 13:30 Z. La célula anteriormente citada crece y se une al sistema a las 15:30 Z. A las 17:00 Z el H3 decae por el oeste y se reactiva por el este, donde se pueden ver toques muy fríos.

Comienza a debilitarse a las 18:00 Z y desaparece a las 19:30 Z del día 27 cuando el sistema se localiza sobre Jaén y Murcia. Este sistema produjo fuertes precipitaciones a su paso por Almería, Málaga, Sevilla y Cádiz.

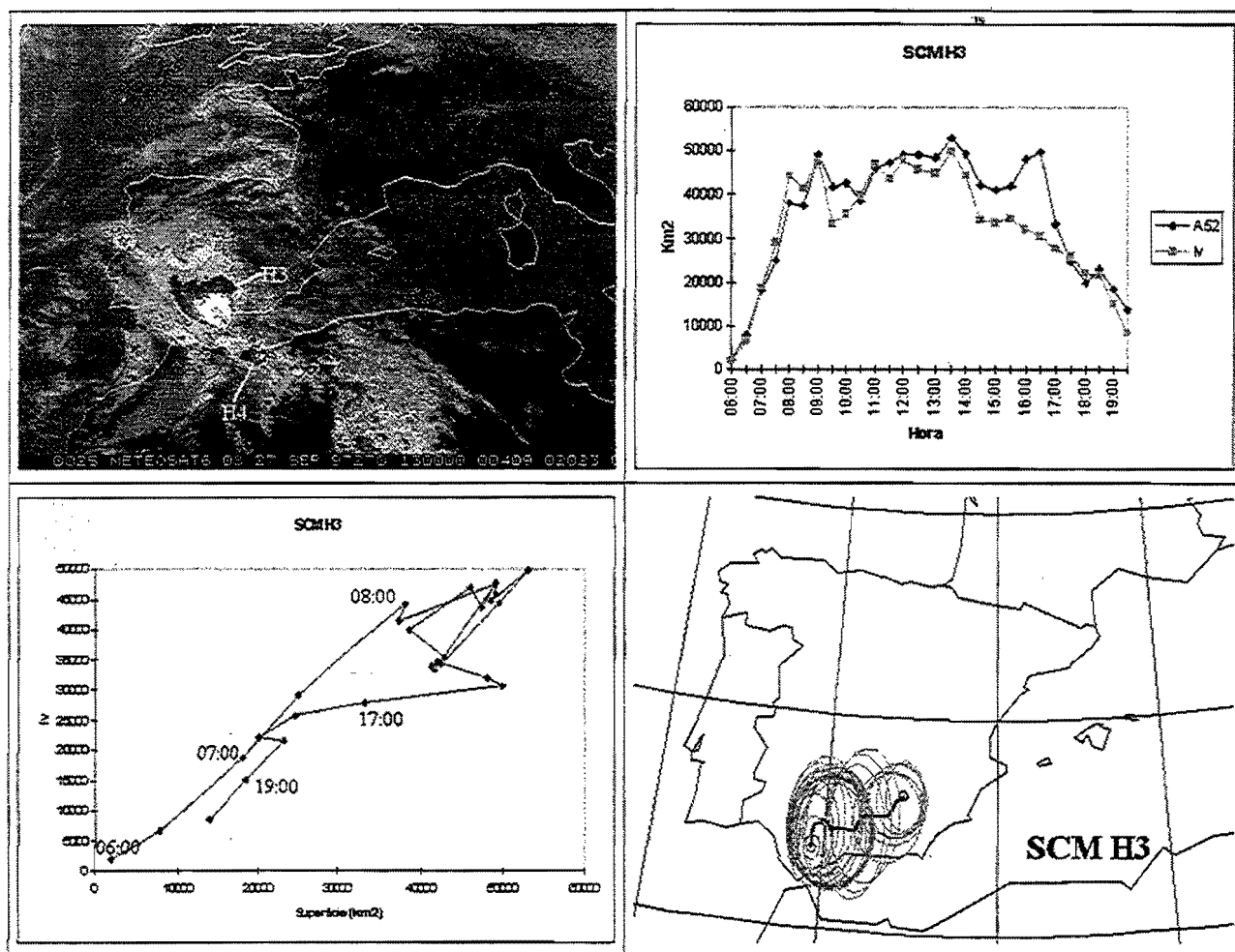


Figura IV.6.9.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM H3

IV.6.6.- SCM H4

Aparece el día 27 de septiembre de 1997 a las 10:00 Z en el Atlas Marroquí. Crece poco, se redondea y se va desplazando hacia el nordeste. A las 13:30 Z, se sitúa sobre la frontera entre Marruecos y Argelia y surgen células tormentosas al sudeste del sistema. A las 15:00 Z se observan topos nubosos con T inferiores a -68°C . Posteriormente continúa su desplazamiento hacia el nordeste, sobre el Mar de Alborán. Alcanza su máxima extensión a las 17:30 Z. A las 19:30 Z forma un rosario de células alineadas. A las 20:00 Z el sistema absorbe los restos del sistema H3.

A las 22:00 Z se reactiva frente a las costas de Alicante y en la imagen de la 01:00 Z del día 28 aparece unido con otra célula. A continuación permanece casi estacionario y en fase de disipación, bordeando la costa alicantina hasta que desaparece a las 06:30 Z del día 28. Se registraron fuertes precipitaciones en Murcia, Valencia y Almería.

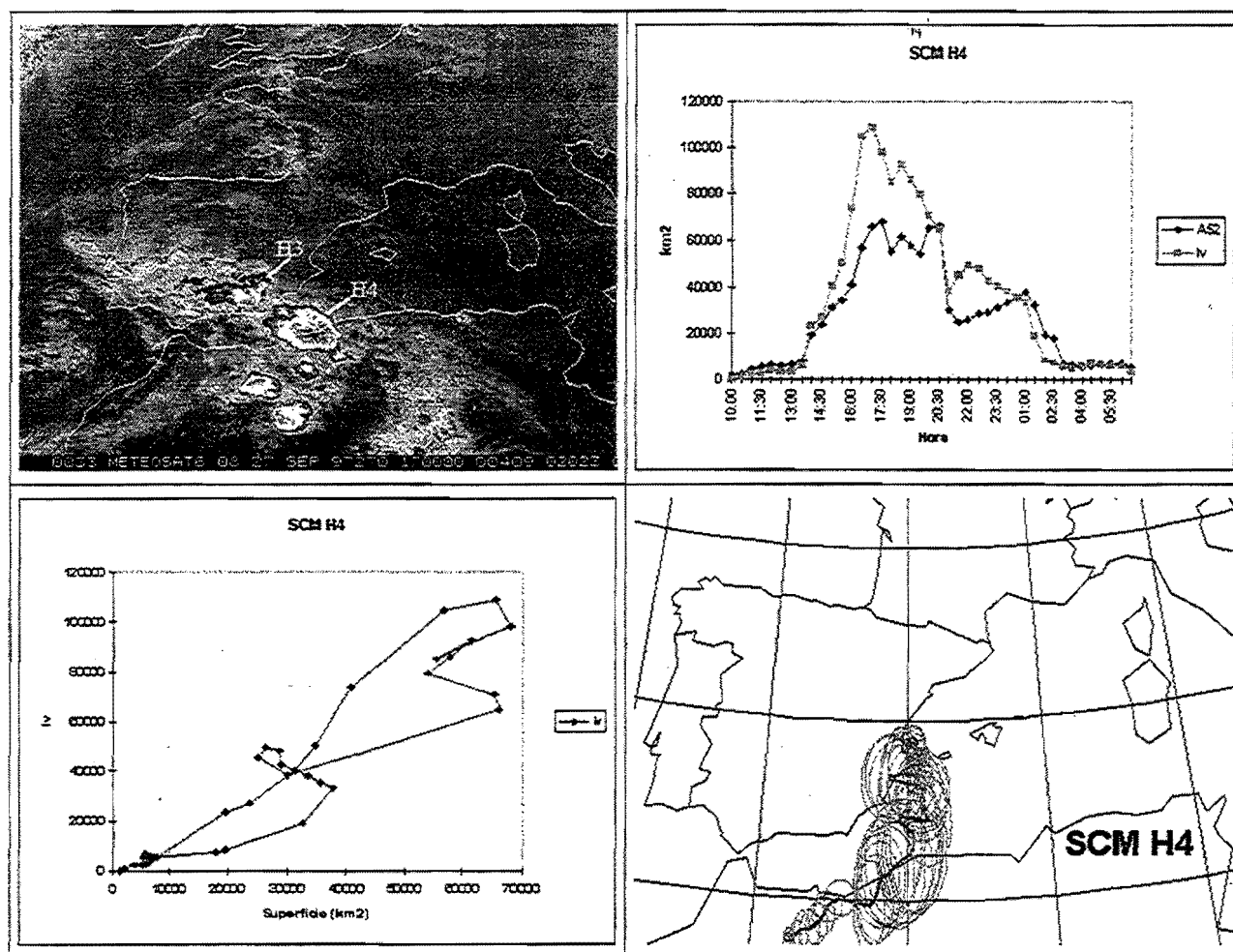


Figura IV.6.10.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM H4

IV.6.7.- SCM H6

El día 28 de septiembre de 1997 a las 07:00 Z se forma el H6 sobre el cabo de la Nao. El sistema crece y se desplaza lentamente hacia el norte. A las 08:00 Z se une con una célula situada al sur del H6 y alcanza su máxima extensión a las 09:30 Z cuando se localiza sobre Valencia. Posteriormente, comienza a decaer. A las 13:30 Z se desprende una célula por el sur y desaparece sobre Tortosa a las 14:30 Z del día 28.

Se registraron precipitaciones fuertes en Valencia destacando 88 l/m² en La font d'en Carros.

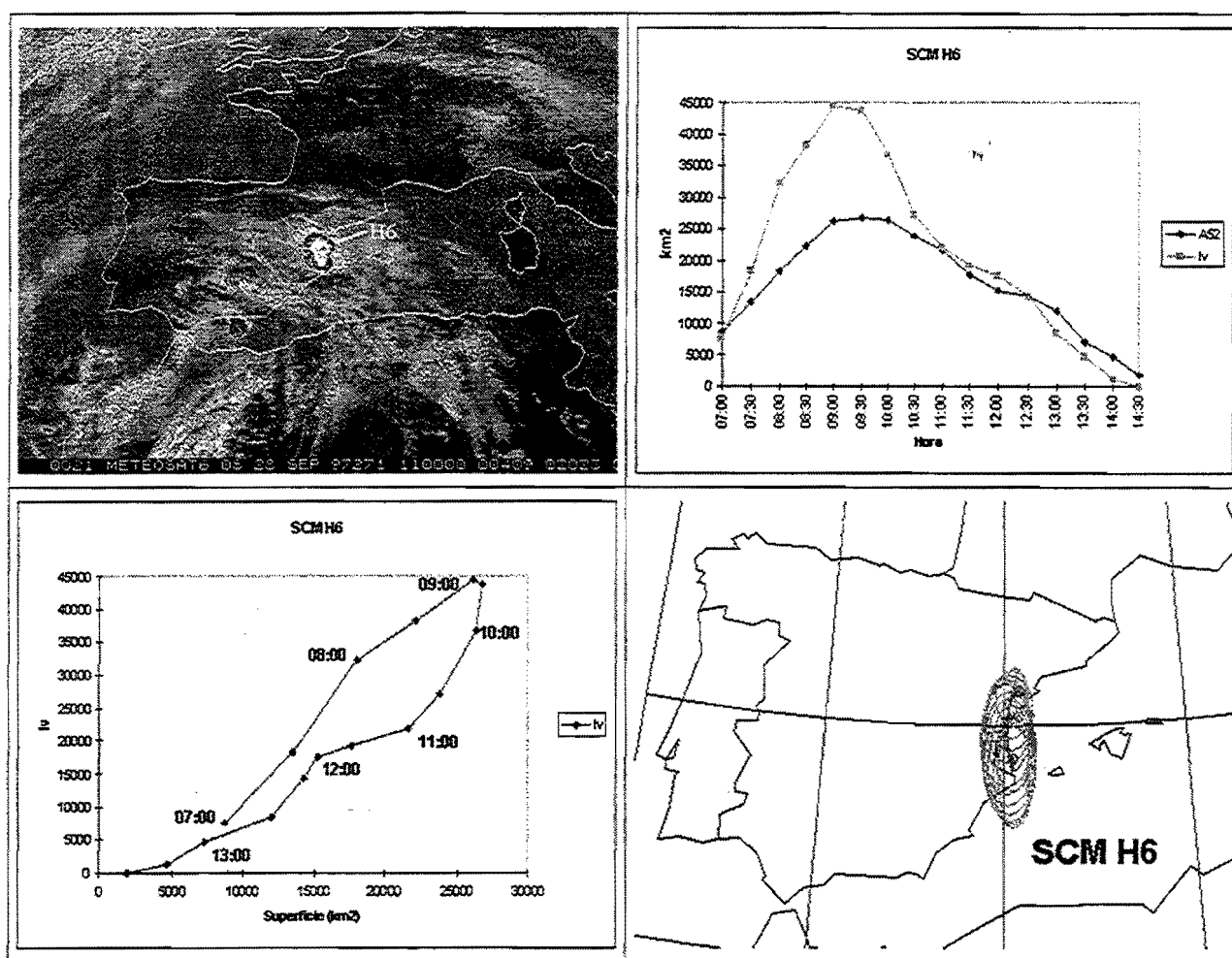


Figura IV.6.11.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM H6

IV.6.8- Tabla resumen

	H1	H2	H3	H4	H6
Fecha Primeras Tormentas	97269	97269	97270	97270	97271
Hora Primeras Tormentas	2:00	18:00	6:00	10:00	6:30
Localización Primeras Tormentas	tierra	tierra	tierra	tierra	mar
Hora Máxima Extensión	8:00	21:30	13:30	17:30	9:30
Máxima Extensión (Km ²)	47460	70331	52921	68147	26796
Eje Mayor (Km)	158	201	156	190	144
Excentricidad	0,61	0,55	0,69	0,60	0,41
Orientación	199	229	302	297	348
Temperatura Mínima (°C)	-68	-72	-68	-73	-69
Indice de Volumen	55750	88108	49733	108799	44396
Duración (hh:mm)	10:30	13:30	12:30	12:30	05:30

IV.7.- SITUACION I (28-30 de septiembre 1997)

IV.7.1.- Descripción general de la situación

Esta situación es continuación de las situaciones G y H. La configuración sinóptica de los días 28 al 30 de septiembre se caracteriza en niveles altos por la DANA que al final de la situación H se situaba sobre el Golfo de Cádiz. Esta depresión aislada se mueve desplazándose con un movimiento circular sobre el golfo de Cádiz y tiende a rellenarse al final del periodo.

En superficie, las bajas presiones existentes sobre el sur de la península y la posterior formación de una baja en el golfo de Cádiz, determinan un flujo marítimo de componente E en niveles bajos sobre el sudeste peninsular.

El flujo en 700 mb es del SE en el sudeste peninsular. Se observa también una banda de humedad alta en el sudeste de la península.

En esta situación se formaron cinco sistemas convectivos de mesoescala (I1, I3, I4, I6 e I7) en el sudeste de la península y norte de Argelia dentro de la banda de nubosidad asociada con la D.A.N.A.

Ver análisis HIRLAM e imágenes WV e IR (figuras IV.7.1 a IV.7.5)

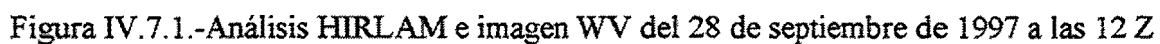
IV.7.2.- Precipitaciones registradas

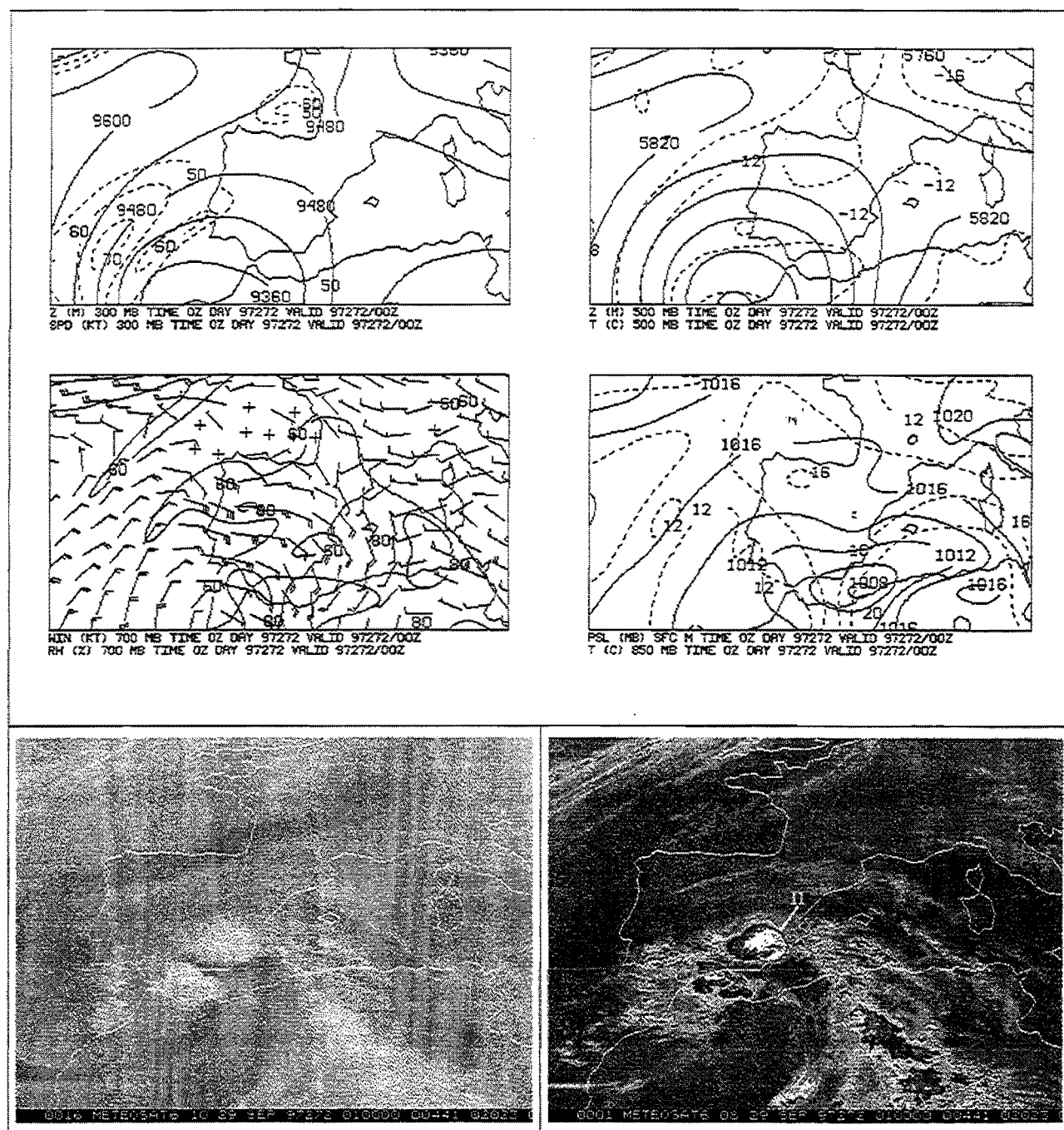
Los días 27, 28 y 29 de septiembre de 1997 se registraron precipitaciones mayores de 60 l/m^2 en numerosos puntos del sudeste peninsular, rebasando los 100 l/m^2 en bastantes estaciones. Algunas de estas precipitaciones pudieran estar asociadas a los sistemas convectivos I1, I6 e I7.

El día 29 hubo un tornado en la zona de Mojácar (Almería) entre las 7:00 Z y las 09:00 Z producido por una célula tormentosa sobre Almería que no alcanzó las características de un SCM y que puede observarse en la imagen de las 8:00 Z.

Los dos valores más significativos (mayores de 100 l/m^2) que se alcanzaron en diferentes provincias en este episodio y ligadas posiblemente a cada sistema I fueron:

Localidad	Precipitación	Período	SCM
Rafelguaraf (Valencia)	340.0 l/m^2	24 h. Día 30	I6 o I7
Alicante	270.2 l/m^2	24 h. día 30	I6 o I7
Castelo de la Ribera (Valencia)	195.0 l/m^2	24 h. día 29	I1
Totana (Murcia)	146.0 l/m^2	24 h. día 29	I1
Benitagla (Almería)	120.0 l/m^2	24 h. día 29	I1
Alhama (Murcia)	118.0 l/m^2	24 h. día 30	I6 o I7
Almansa (Albacete)	109.0 l/m^2	24 h. día 30	I6 o I7





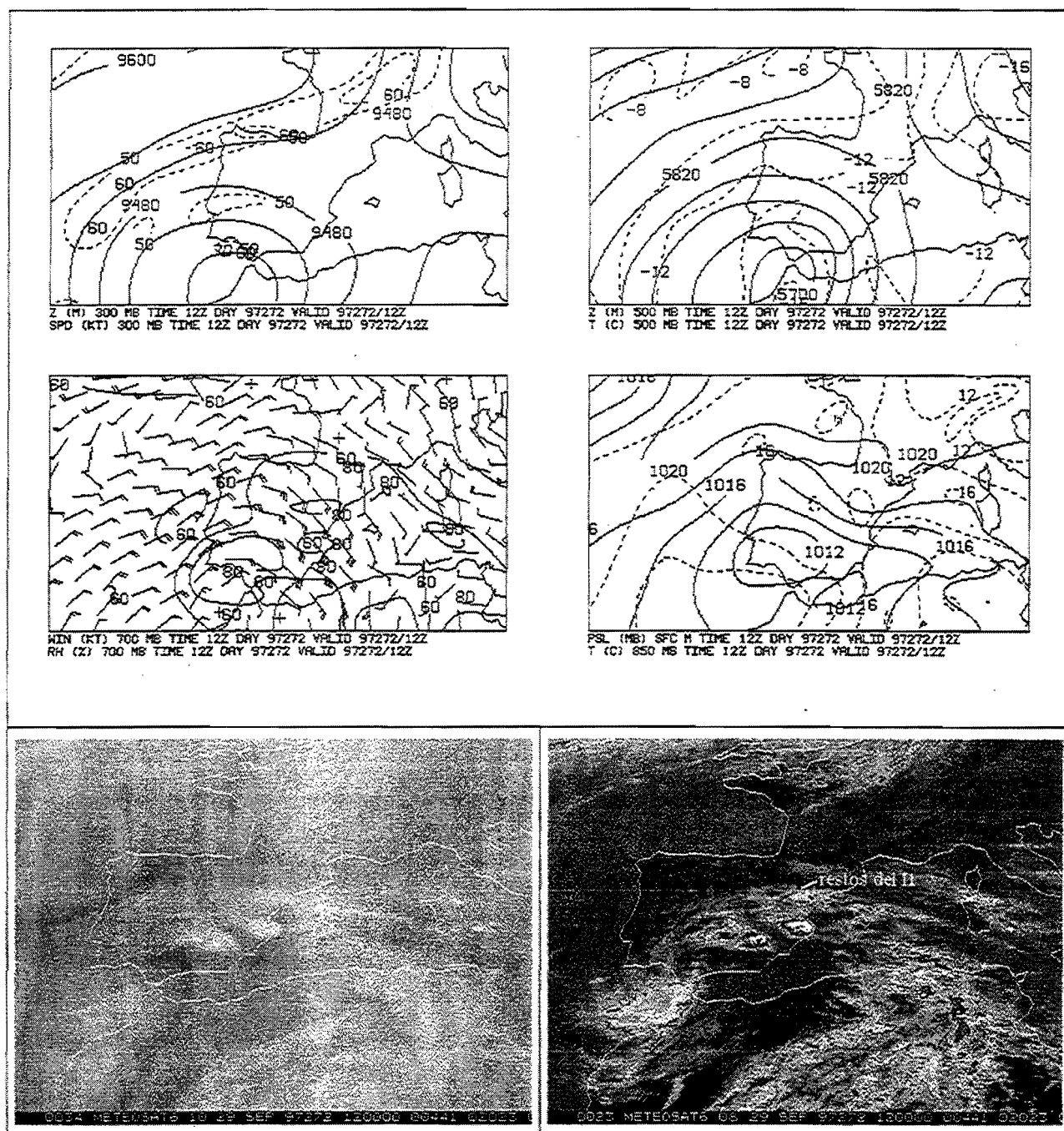


Figura IV.7.3.-Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 29 de septiembre de 1997 a las 12 Z

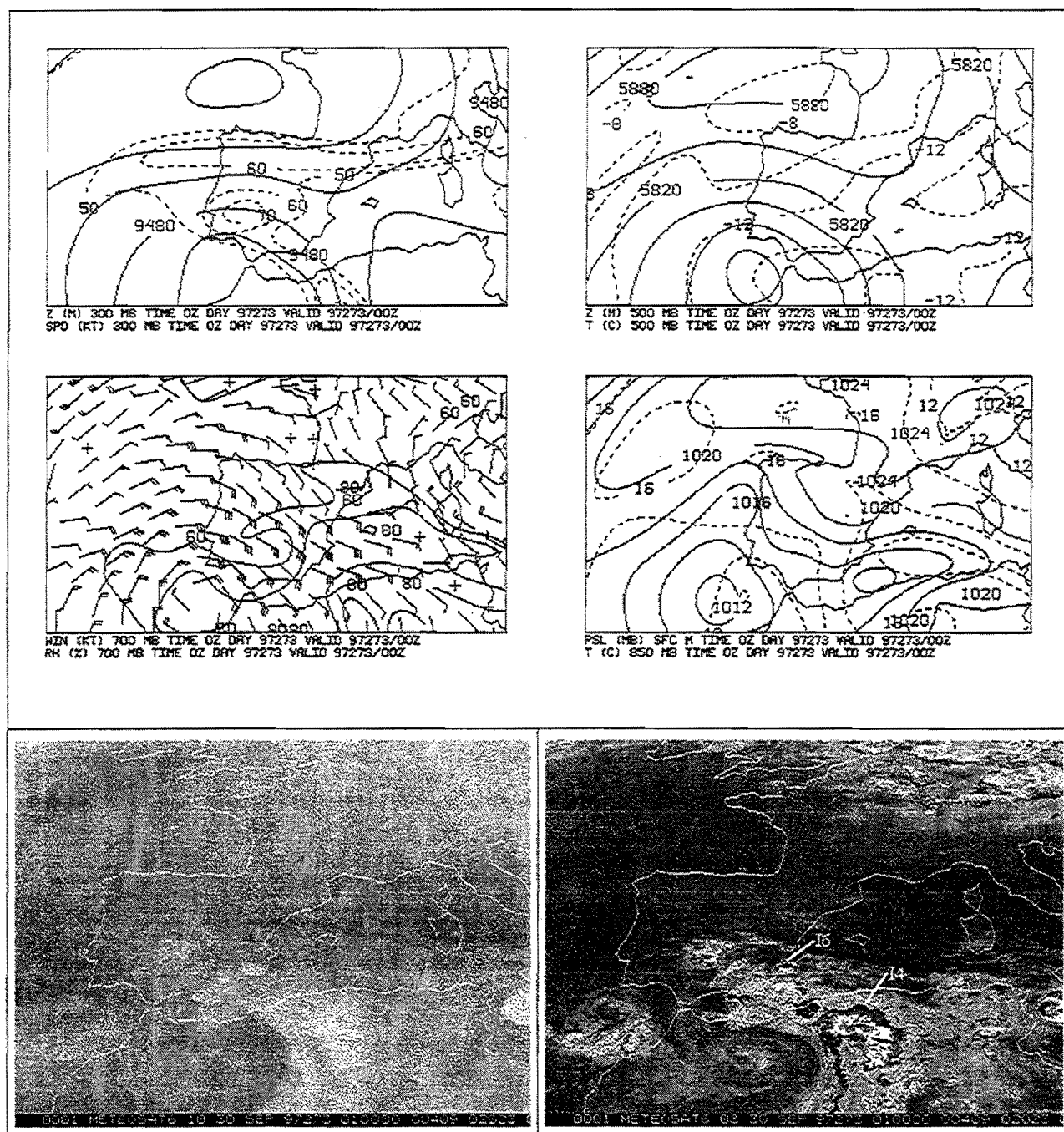


Figura IV.7.4.-Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 30 de septiembre de 1997 a las 00 Z

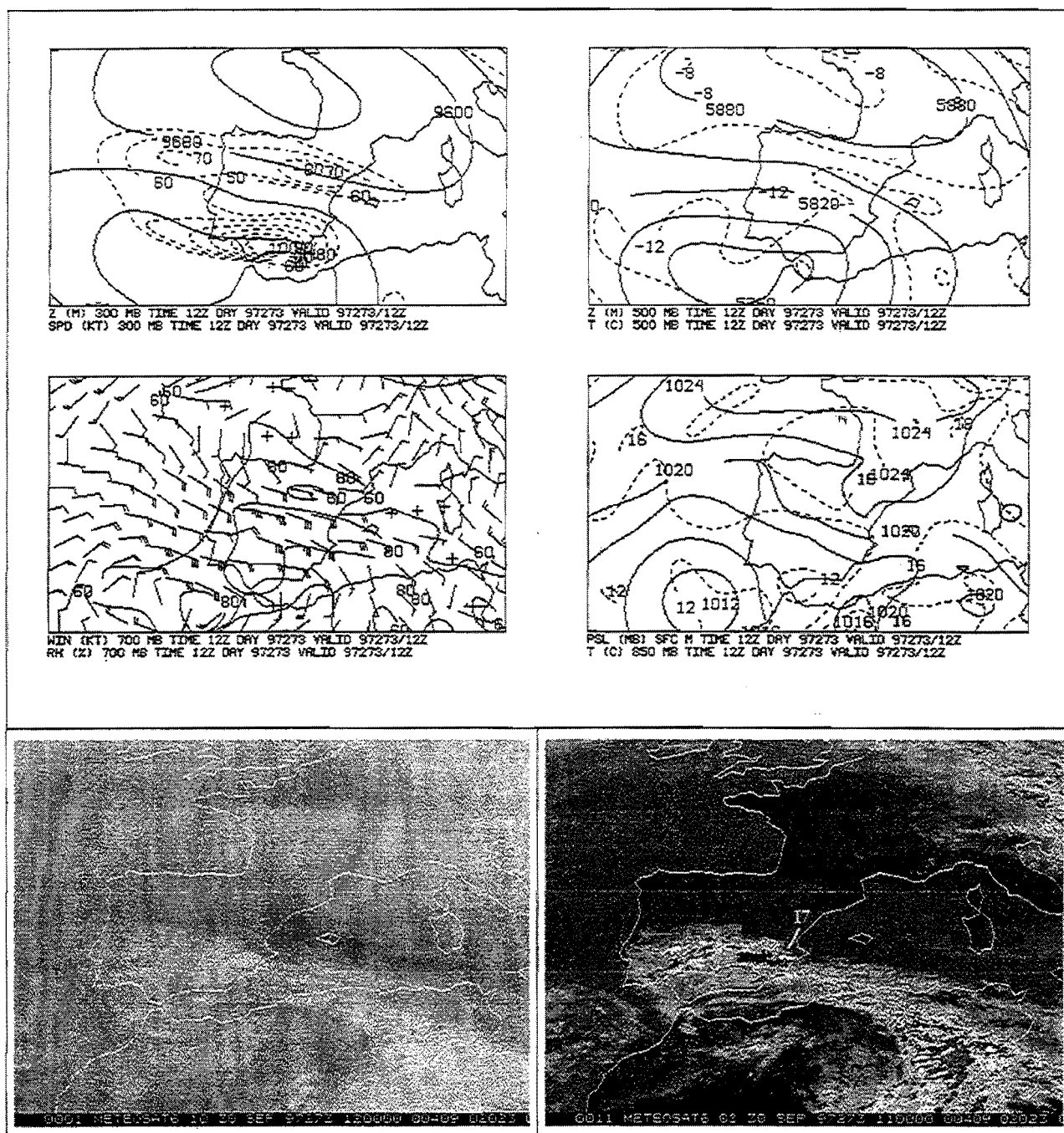


Figura IV.7.5.-Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 30 de septiembre de 1997 a las 12 Z

IV.7.3.- SCM II

El día 28 de septiembre de 1997 a las 20:00 Z, se forma un sistema sobre la costa, al este del Cabo de Gata. El sistema se desarrolla y aumenta considerablemente de tamaño, desplazándose hacia el norte. Tiene forma redondeada y presenta el máximo gradiente de temperatura en su borde marítimo.

El día 29 a la 01:00 Z presenta topes con temperaturas menores de -68°C . A lo largo de su ciclo de vida se une con otras células tormentosas que se forman frente a la costa levantina. A las 2:00 alcanza la máxima extensión. Posteriormente se desplaza hacia el noreste. A las 4:30 Z se anexiona otras células formadas sobre Alicante y Valencia y se reactiva. A las 7:30 Z vuelve a unirse con otras células situadas en la costa de Castellón. A las 9:00 Z el SCM se divide en dos. El día 29 a las 10:30 Z, la célula norte (I1) desaparece.

El SCM II produjo fuertes precipitaciones en puntos de Valencia, Murcia, Almería y Albacete.

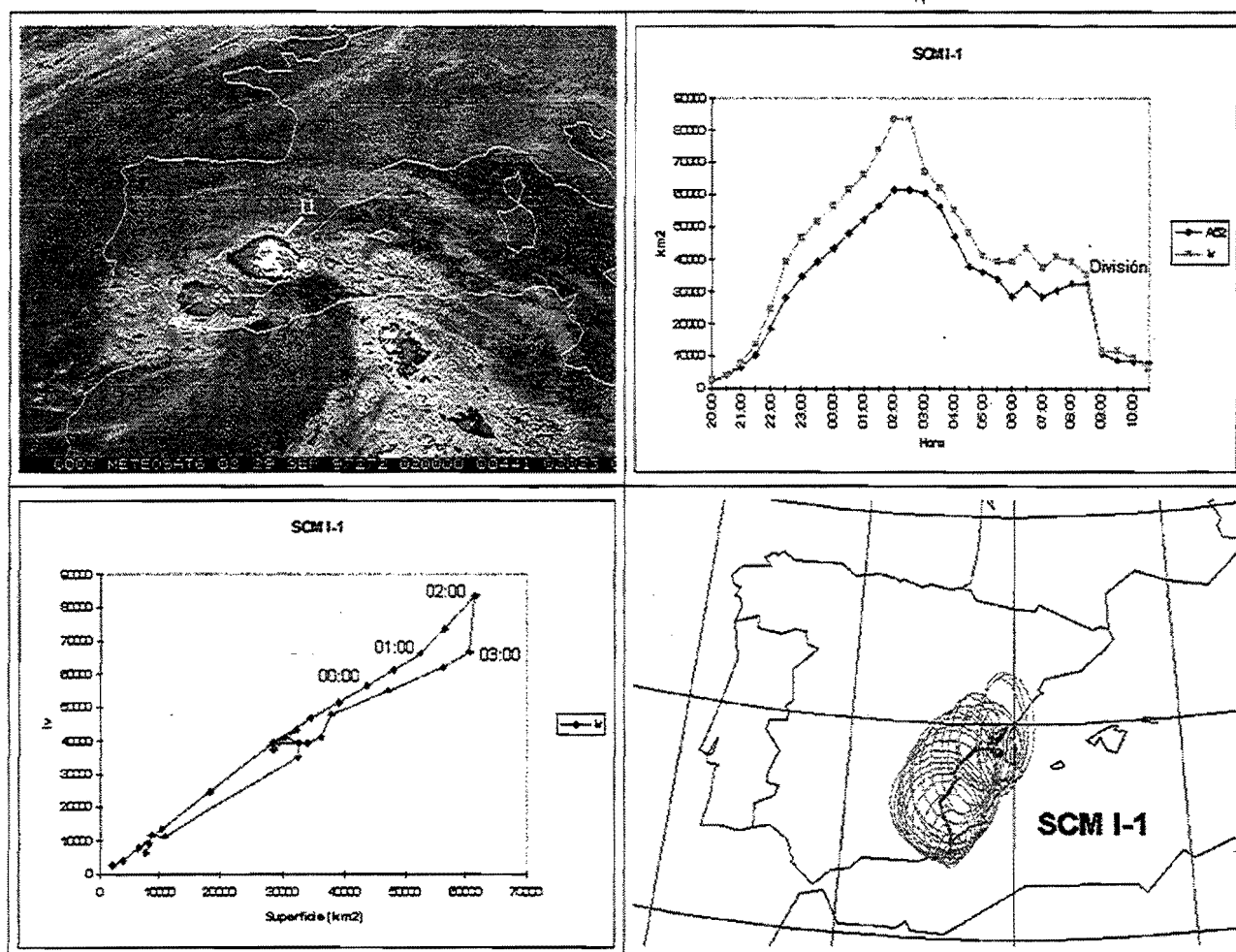


Figura IV.7.6.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM II

IV.7.4.- SCM I3

Se forma el día 29 de septiembre de 1997 a las 14:30 Z en el noroeste de Argelia. El máximo gradiente de temperatura se localiza en el borde terrestre. Posteriormente se desarrolla y extiende sobre la costa, adentrándose paulatinamente en el mar. Alcanza su máxima extensión a las 17:30 Z. A las 18:00 Z comienza a decaer, cuando se sitúa sobre el mar y desaparece a las 19:30 Z del día 29.

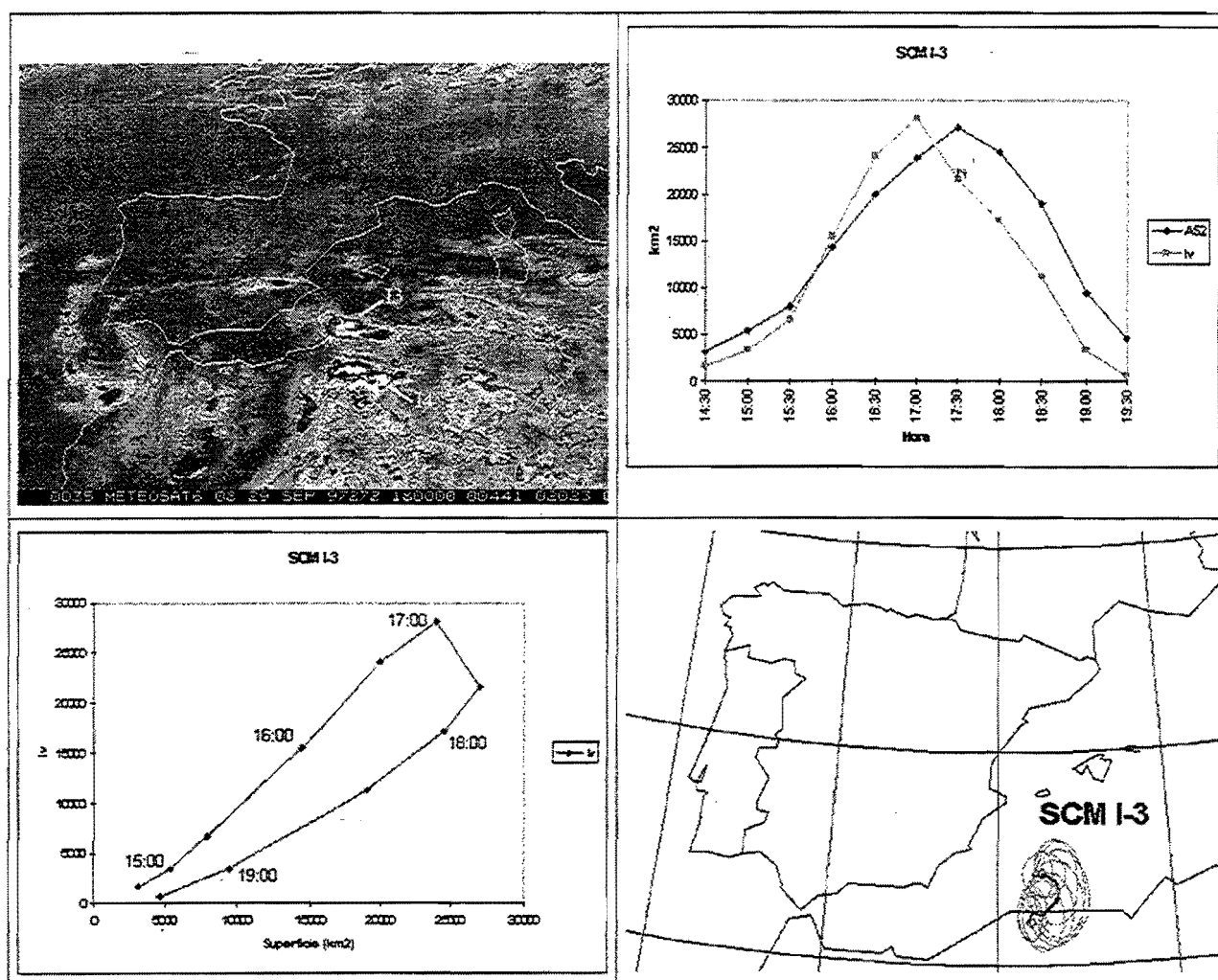


Figura IV.7.7.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM I3

IV.7.5.- SCM I4

Se forma el día 29 de septiembre de 1997 a las 15:00 Z sobre el Atlas sahariano. Media hora después se desarrolla y se extiende hacia el norte, reactivándose fuertemente por el borde sur (sobre el Atlas). A las 19:00 Z presenta forma de V, posteriormente decae y se reactiva de nuevo por el sur. A las 23:00 Z presenta un área extensa con temperaturas menores de -68°C . Alcanza su máxima extensión a la 01:00 Z. Posteriormente se empieza a debilitar y a las 8:00 Z del día 30 desaparece.

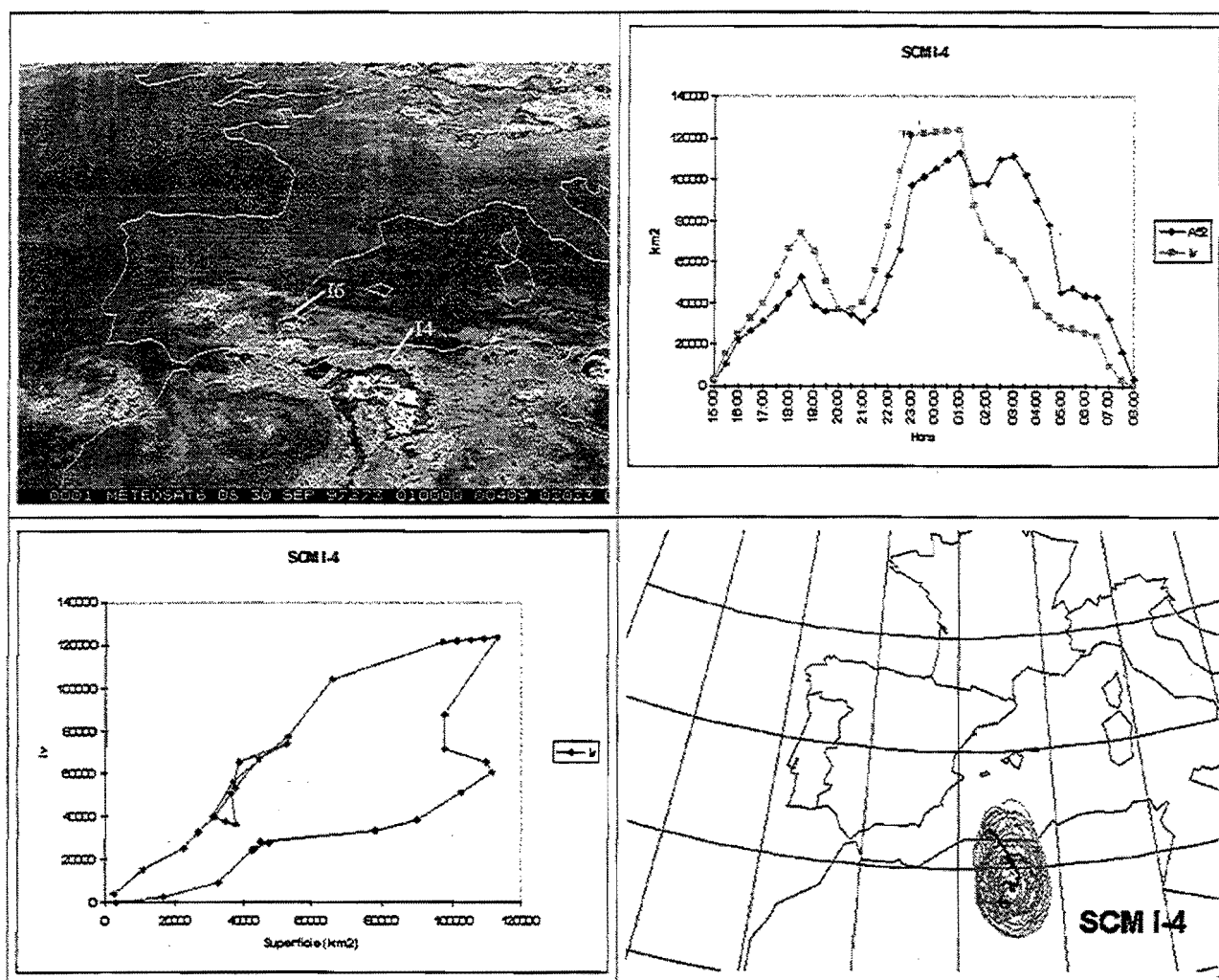


Figura IV.7.8.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM I4

IV.7.6.- SCM I6

El día 30 de septiembre de 1997 a la 1:00 Z se forma sobre el sur de Alicante y de Murcia el sistema I6. Entre las 02:00 Z y las 04:00 Z se une con otras células que se encuentran al sudoeste del I6. De las 4:00 Z a las 7:00 Z muestra topos nubosos con temperaturas menores de -68°C . A las 6:30 Z alcanza su máxima extensión y posteriormente se empieza a debilitar. Se disipa a las 11:00 Z del día 30, cuando nuevas tormentas al este originan el sistema I7.

El SCM I6 produjo fuertes precipitaciones en puntos de Valencia, Alicante, Murcia y Albacete.

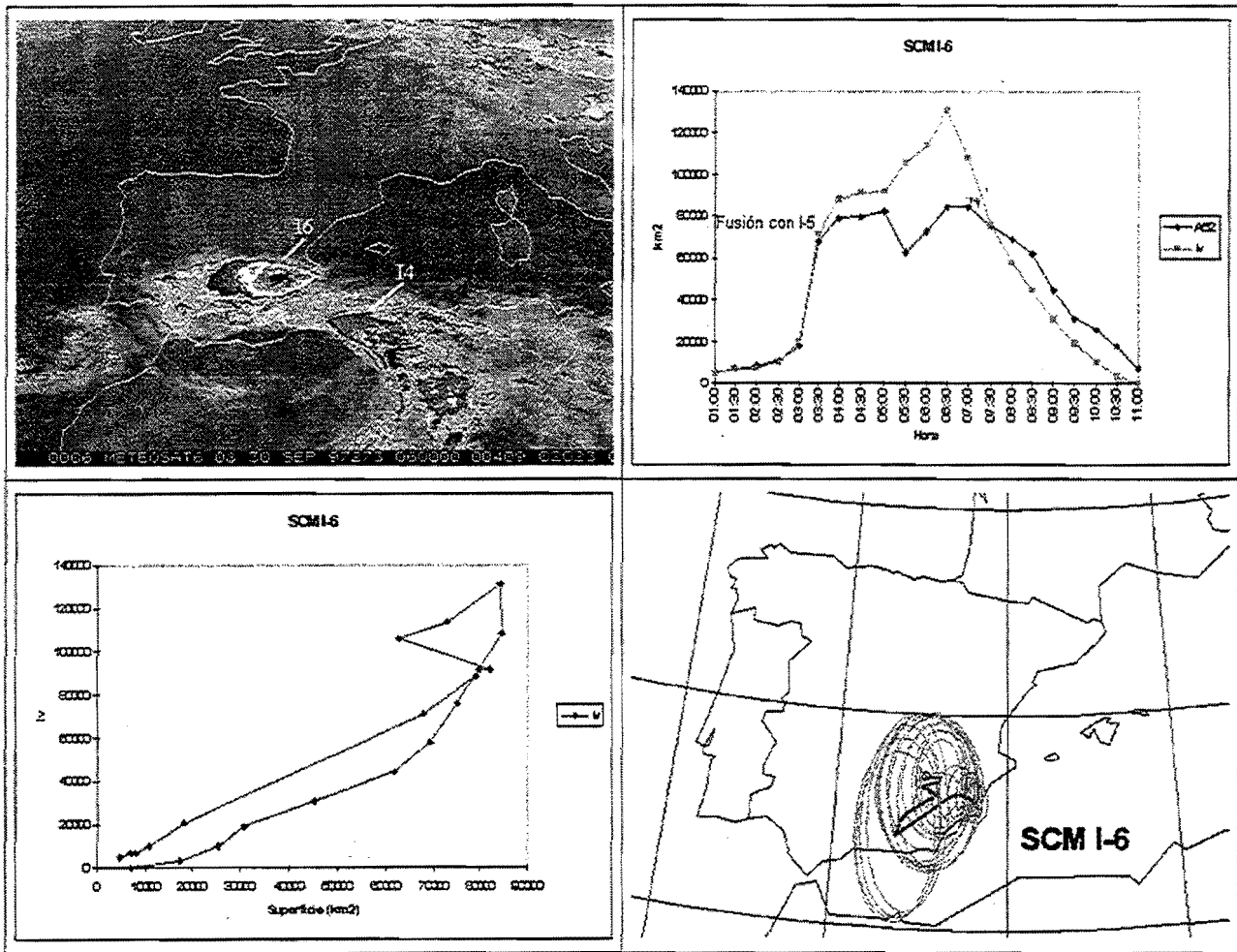


Figura IV.7.9.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM I6

IV.7.7.- SCM I7

El sistema I7 se forma el día 30 de septiembre de 1997 a las 11:00 Z en el sur de Alicante. Es un sistema estacionario que crece, se desarrolla y desaparece en la misma zona. El sistema muestra su máxima extensión a las 16:00 Z. Posteriormente decae, se divide y desaparece a las 19:00 Z del día 30.

El SCM I7 produjo fuertes precipitaciones en puntos de Valencia, Alicante, Murcia y Albacete.

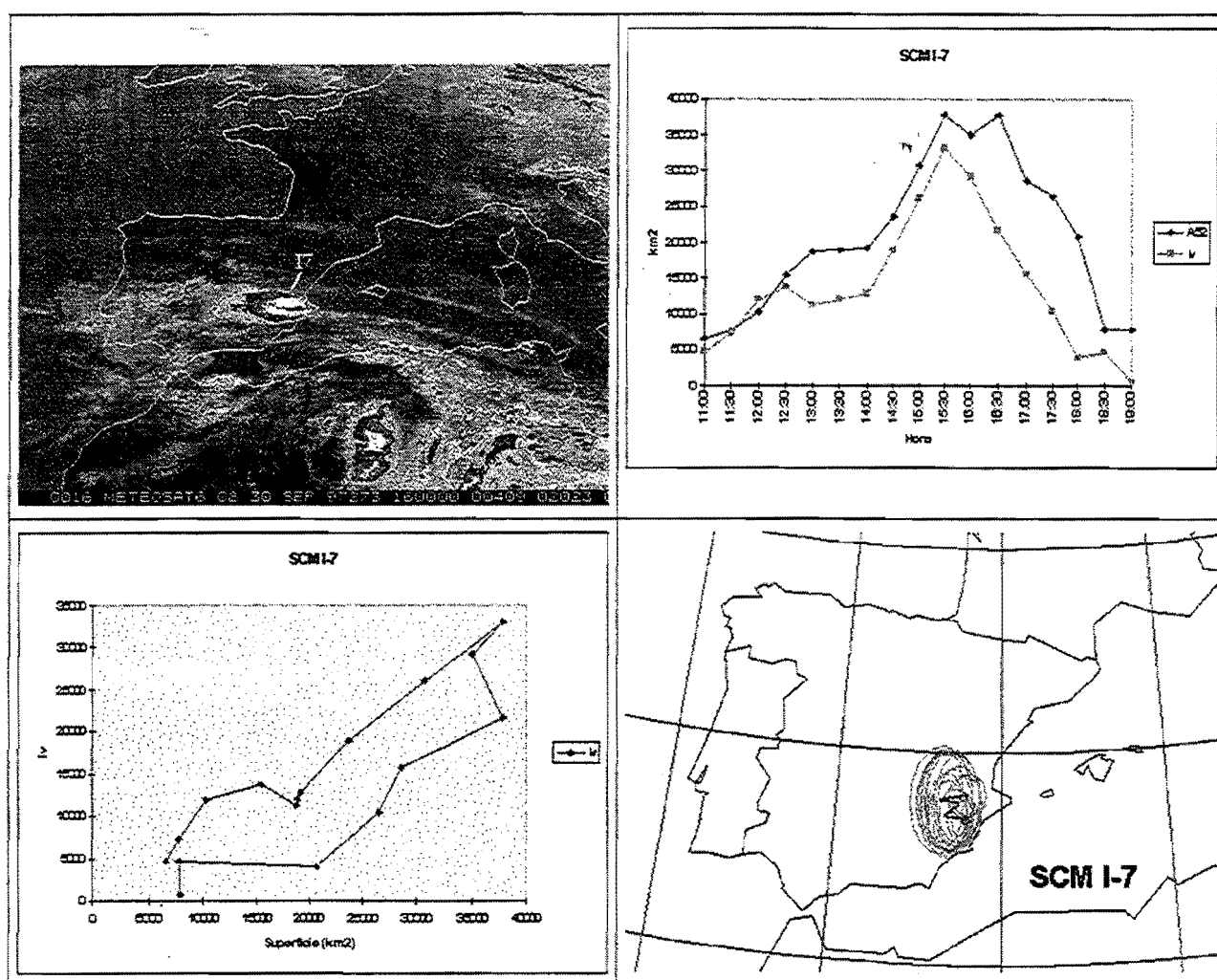


Figura IV.7.10.- Imagen IR y gráficas representativas del SCM I7

IV.7.8.- Tabla resumen

	I1	I3	I4	I6	I7
Fecha Primeras Tormentas	97271	97272	97272	97273	97273
Hora Primeras Tormentas	20:00	14:30	15:00	1:00	10:30
Localización Primeras Tormentas	costa	tierra	tierra	costa	tierra
Hora Máxima Extensión	2:30	17:30	1:00	7:00	15:30
Máxima Extensión (Km ²)	61631	27115	112907	84679	37797
Eje Mayor (Km)	156	120	228	196	142
Excentricidad	0,81	0,60	0,69	0,70	0,59
Orientación	279	282	276	266	276
Temperatura Mínima (°C)	-68	-68	-71	-72	-65
Indice de Volumen	83639	28093	123292	131006	33133
Duración (hh:mm)	11:30	02:30	16:00	08:00	06:00

IV.8.- SITUACION K (6-7 de octubre de 1997)

IV.8.1.- Descripción general de la situación

La configuración sinóptica de los días 6 y 7 de octubre de 1997 se caracteriza en niveles altos por el paso sucesivo de dos pequeñas vaguadas: una que el día 6 se desplaza desde Alicante hacia Cataluña y otra que situada inicialmente el 6 al oeste de Marruecos, se desplaza el día 7 hacia el mar de Alborán y Mediterráneo occidental.

En 700 mb, los días 6 y 7 existe viento de componente S sobre Marruecos, este de la península y área mediterránea.

En superficie el día 6 a las 00:00 Z hay una baja sobre el golfo de Cádiz que se desplaza el 7 hacia el Mediterráneo occidental. El día 7 se produce una ciclogénesis débil sobre Cataluña y el Mediterráneo.

En esta situación se formaron cuatro sistemas convectivos de mesoescala (K2, K3, K4 y K5) al norte de Baleares, sudeste de Francia, norte de Africa y mar de Alborán dentro de las dos bandas nubosas asociadas con el paso de las vaguadas en niveles medios y altos.

Ver análisis HIRLAM e imágenes WV e IR (figuras IV.8.1 a IV.8.3).

IV.8.2.- Precipitaciones registradas

Los sistemas que se formaron en esta situación desarrollaron gran parte de su ciclo de vida, fuera de España, o sobre el mar; por lo tanto, no tenemos constancia de las precipitaciones que produjeron.

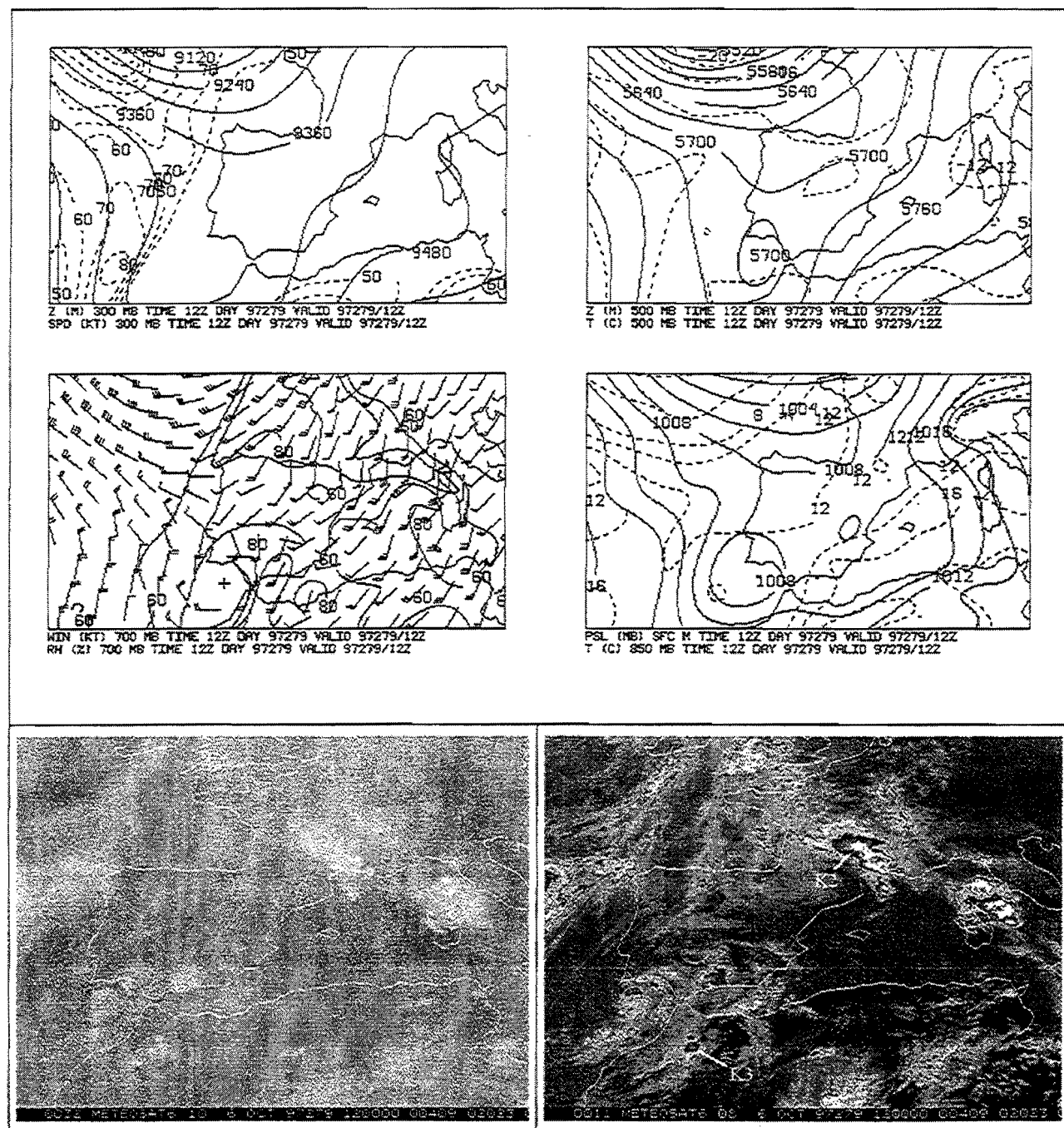


Figura IV.8.1.- Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 6 de octubre de 1997 a las 12 Z

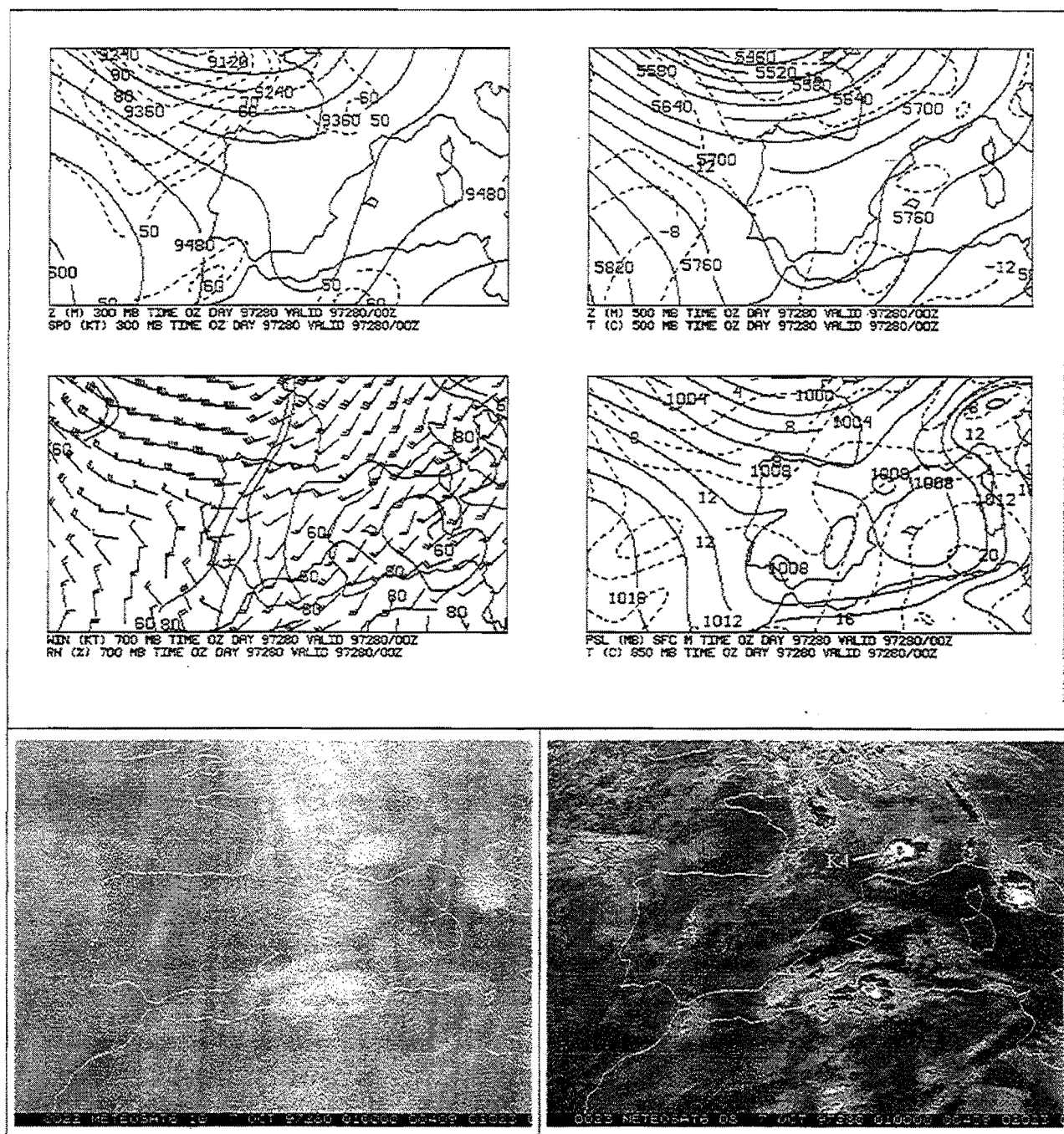


Figura IV.8.2.- Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 7 de octubre de 1997 a las 00 Z

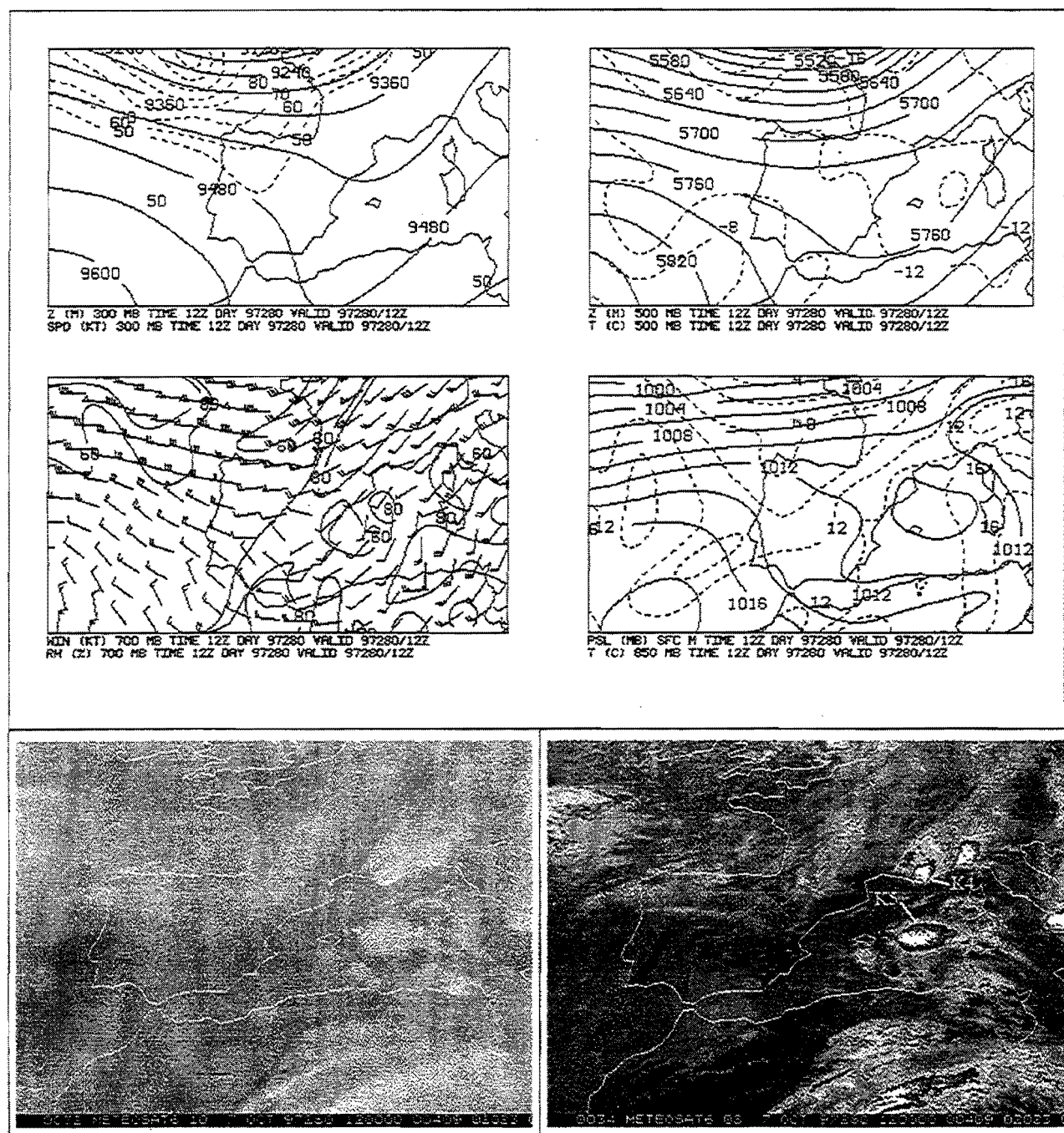


Figura IV.8.3.- Análisis HIRLAM e imágenes WV e IR del 7 de octubre de 1997 a las 12 Z

IV.8.3.- SCM K2

Surge en el mar frente a las costas de Gerona a la 01:00 Z del día 6 de octubre de 1997, embebido en la banda nubosa asociada con la perturbación sobre Cataluña. Posteriormente crece y se desplaza hacia el nordeste. Presenta el máximo gradiente de temperaturas de los topos más fríos en el borde sur. A las 07:00 Z gran parte del sistema se encuentra sobre Cataluña.

En la imagen de las 09:00 Z se observan topos con temperaturas menores de -68°C y el desprendimiento de algunas células tormentosas por el sur. Alguna de estas células vuelve a unirse posteriormente con el sistema. Alcanza su máxima extensión a las 11:30 Z. A las 12:00 Z el sistema se sitúa sobre el sudeste de Francia y desaparece a las 14:30 Z del día 6.

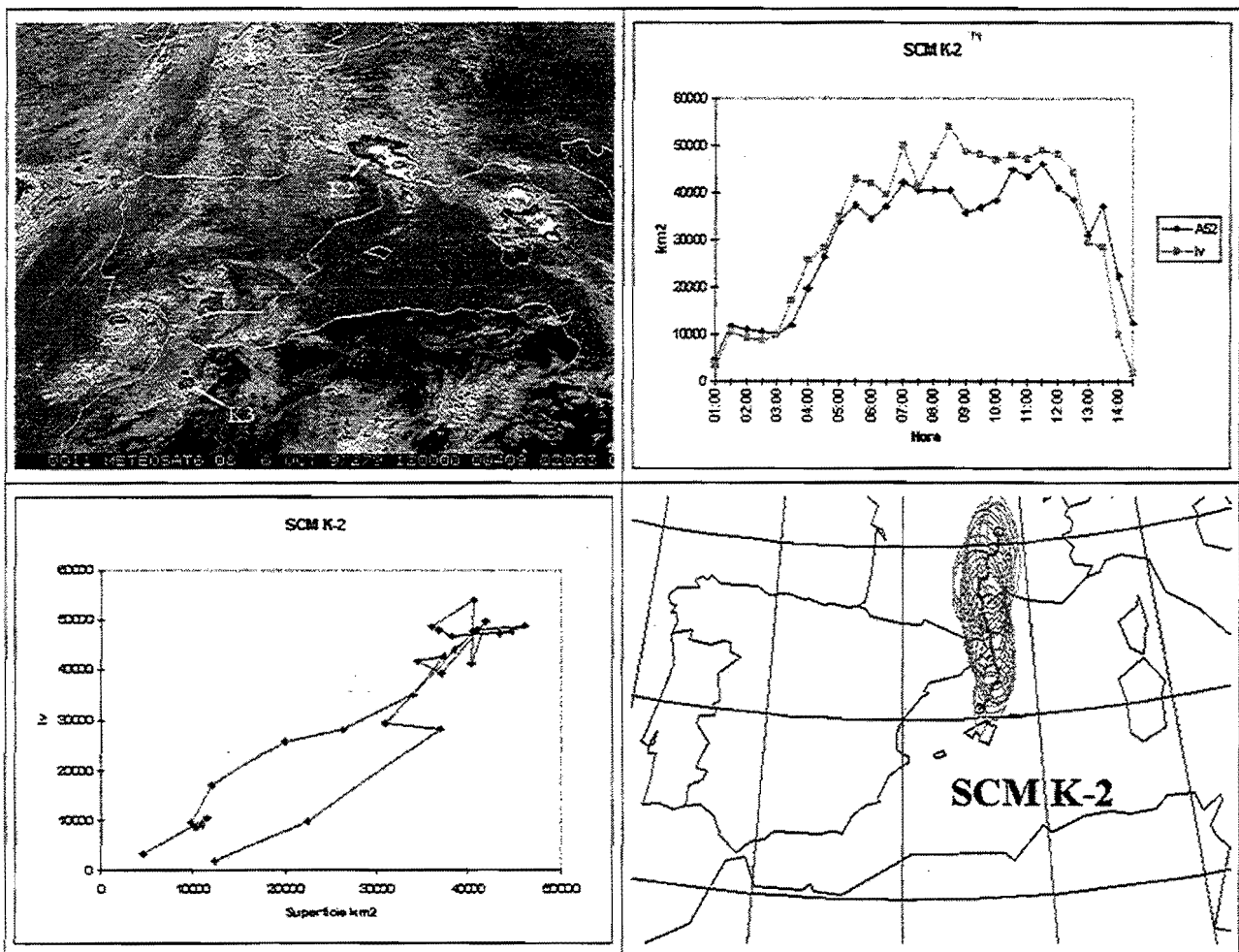


Figura IV.8.4.- Imagen y gráficas representativas del SCM K1

IV.8.4.- SCM K3

Se forma en el Atlas de Marruecos a las 11:30 Z del 6 de octubre de 1997. Crece y se dirige hacia el noreste. A las 18:00 Z se encuentra sobre el mar de Alborán. A las 19:00 Z alcanza su máxima extensión. A las 20:00 Z se separa una célula tormentosa por el oeste. Posteriormente se reactiva y crece en extensión hasta las 22:00 Z entrando a continuación en un proceso rápido de decaimiento y desaparece entre las 23:00 Z del día 6 y la 01:00 Z del día 7.

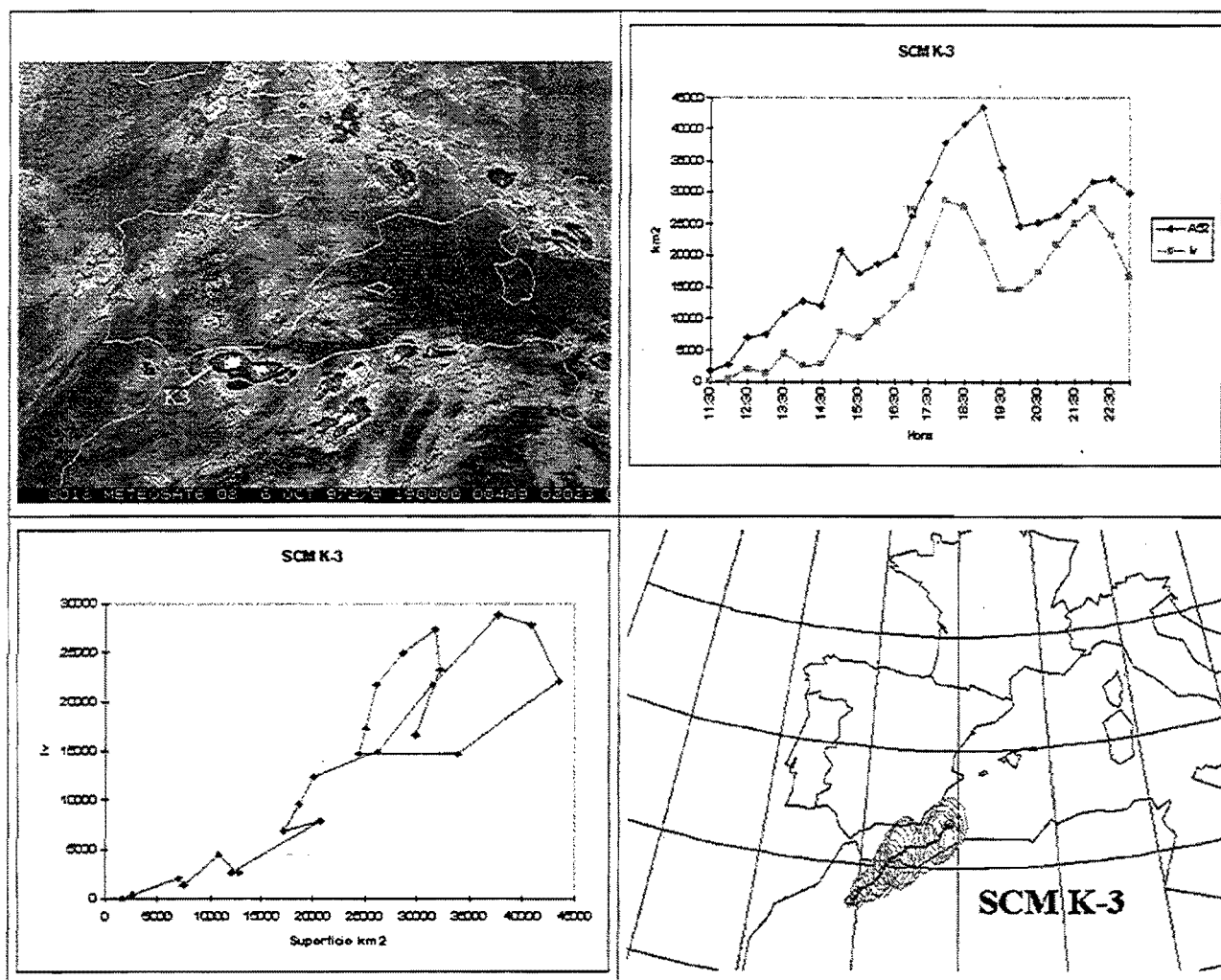


Figura IV.8.5.- Imagen y gráficas representativas del SCM K3

IV.8.5.- SCM K4

Se forma en el sudeste francés (Montes Cevennes) el día 6 de octubre de 1997 a las 19:30 Z. El sistema muestra el máximo gradiente de temperaturas de los topes más fríos en el borde sudoeste. Crece y se mantiene bastante estacionario, con un leve movimiento hacia el sudeste. A las 09:00 Z del día 7, el borde sur se sitúa sobre la Costa Azul desplazándose sobre ella hacia el este hasta su desaparición a las 14:00 Z del día 7.

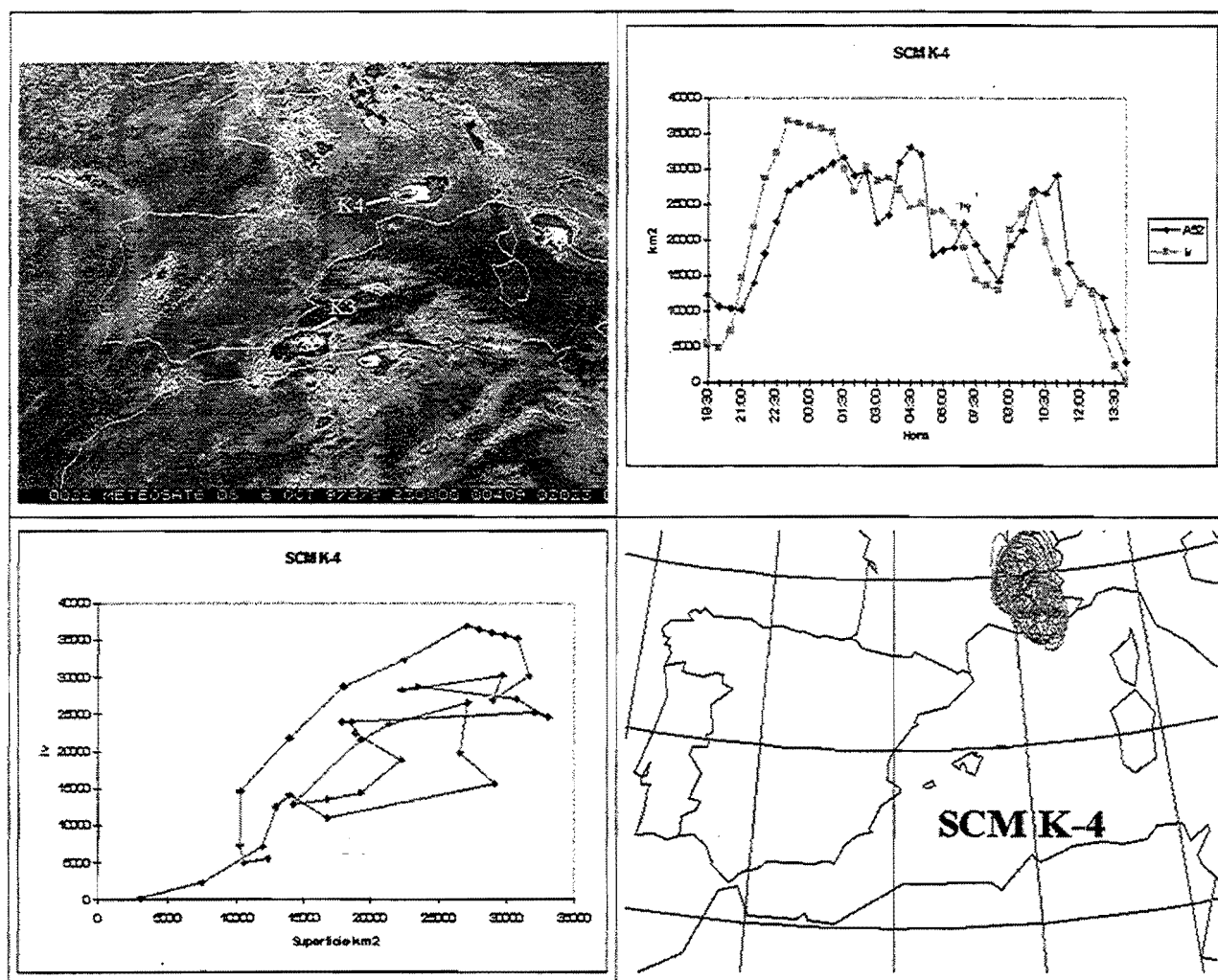


Figura IV.8.6.- Imagen y gráficas representativas del SCM K4

IV.8.6.- SCM K5

Se forma el día 7 de octubre de 1997 a las 9:00 Z entre Mallorca y Cerdeña. Se desarrolla y absorbe tormentas que surgen, primero por el este y luego por el oeste. Tiene forma redondeada, se desplaza ligeramente hacia el NW y desaparece a las 14:00 Z del día 7.

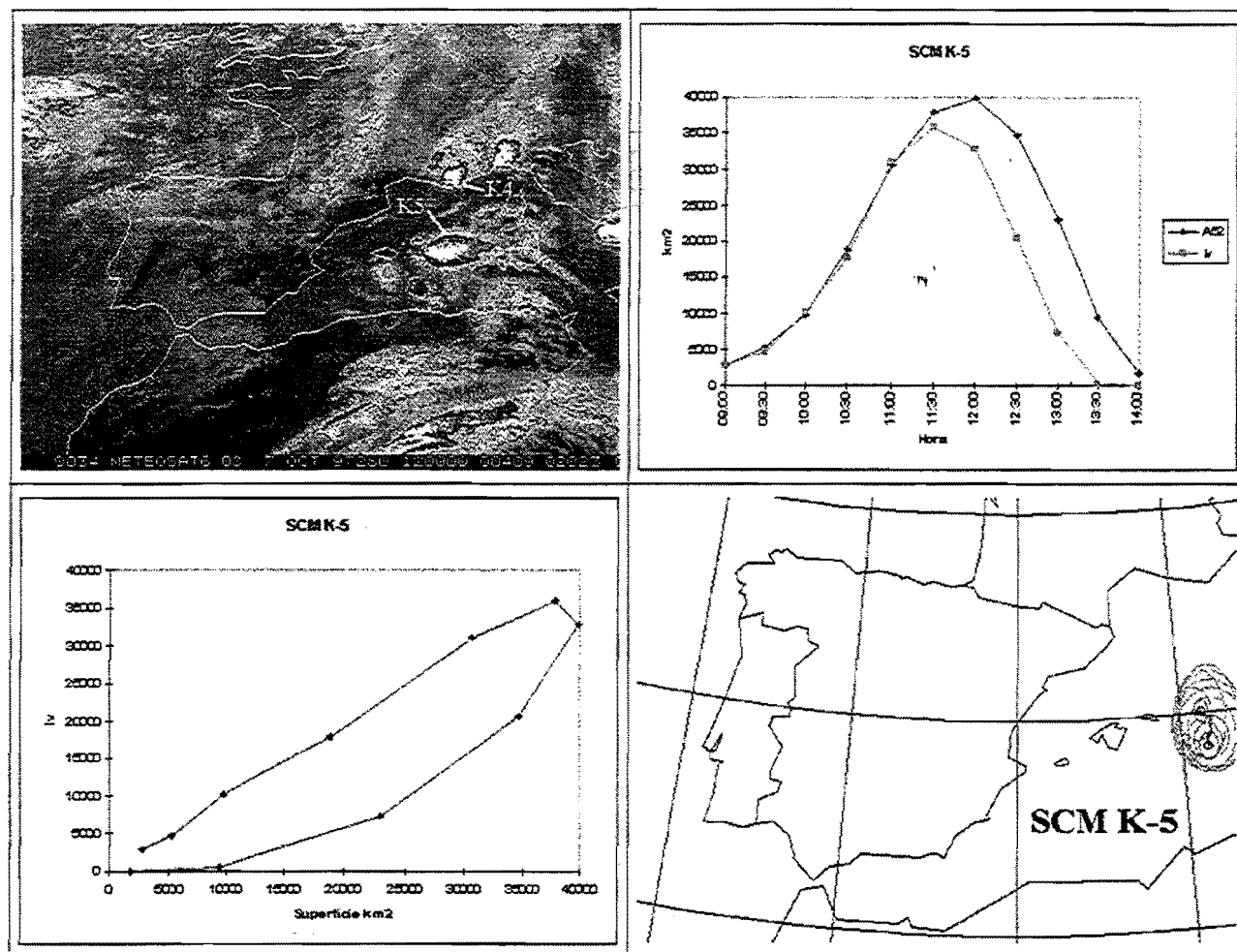


Figura IV.8.7.- Imagen y gráficas representativas del SCM K5

IV.8.7.- Tabla resumen

	K2	K3	K4	K5
Fecha Primeras Tormentas	97279	97279	97279	97280
Hora Primeras Tormentas	1:00	11:30	19:00	9:00
Localización Primeras Tormentas	mar	tierra	tierra	mar
Hora Máxima Extensión	11:30	19:00	4:30	12:00
Máxima Extensión (Km ²)	46166	43483	33106	39870
Eje Mayor (Km)	196	155	154	134
Excentricidad	0,38	0,57	0,44	0,71
Orientación	329	282	237	259
Temperatura Mínima (°C)	-68	-65	-68	-68
Indice de Volumen	54010	28856	36840	35908
Duración (hh:mm)	13:00	13:30	17:30	02:30

V.- RESUMEN

En este apartado se presenta el estudio estadístico de las características de los 29 SCM surgidos en 1997 y se compara, cuando es posible, con los resultados obtenidos en anteriores campañas, en concreto con la climatología de los años 1989-93 (Nota Técnica STAP N° 29) y con la del año 1994 (Nota Técnica STAP N° 24). Hay que tener en cuenta, sin embargo, que existen dos diferencias fundamentales en la toma de datos de las tres muestras:

- para los sistemas de 1997 el estudio se ha realizado casi en su totalidad de forma automática, mientras que para los años 1989-93 y 1994 fue manual.
- para los años 1989-93 se localizaban los sistemas a partir de la posición del núcleo más frío del SCM, mientras que para los años 1994 y 1997 fue a través del centroide del área de -52 °C. En 1994 esta posición se tomaba de forma subjetiva y para 1997 de forma automática.

Las características que se han estudiado son las siguientes:

- V.1.- Distribución temporal
- V.2.- Tamaño
 - V.2.1.- Longitud
 - V.2.2.- Extensión
- V.3.- Excentricidad
- V.4.- Temperatura mínima
- V.5.- Duración
- V.6.- Ciclo diurno
- V.7.- Localizaciones
- V.8.- Movimiento
 - V.8.1.- SCM cuasi-estacionarios
 - V.8.2.- SCM móviles

V.1.- Distribución temporal

En la tabla V.1 se muestra la distribución mensual correspondiente a las tres campañas y hay que destacar cómo el mes de Septiembre es claramente el más favorable para la aparición de SCM. En Noviembre, sin embargo, durante los años de 1994 y 1997 no se ha presentado ningún caso.

Tabla V.1.- Distribución temporal de SCM

	Septiembre	Octubre	Noviembre	TOTAL
1989-93	44	12	8	64
1994	7	7	0	14
1997	25	4	0	29
TOTAL	76 (71.0%)	23 (21.5%)	8 (7.5%)	107

V.2.- Tamaño

V.2.1.-Longitud

Se mide la longitud del eje mayor, de las elipses que representan los SCM, en el momento de máxima extensión del área bajo la temperatura de $-52\text{ }^{\circ}\text{C}$ (figura V.1). El máximo número de casos se encuentran entre 150 y 200 km, solamente un sistema superó los 300 km, y el valor medio es de 179 km.

Los resultados no se pueden comparar con climatologías anteriores ya que se midió la longitud de los sistemas a partir del área de $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$.

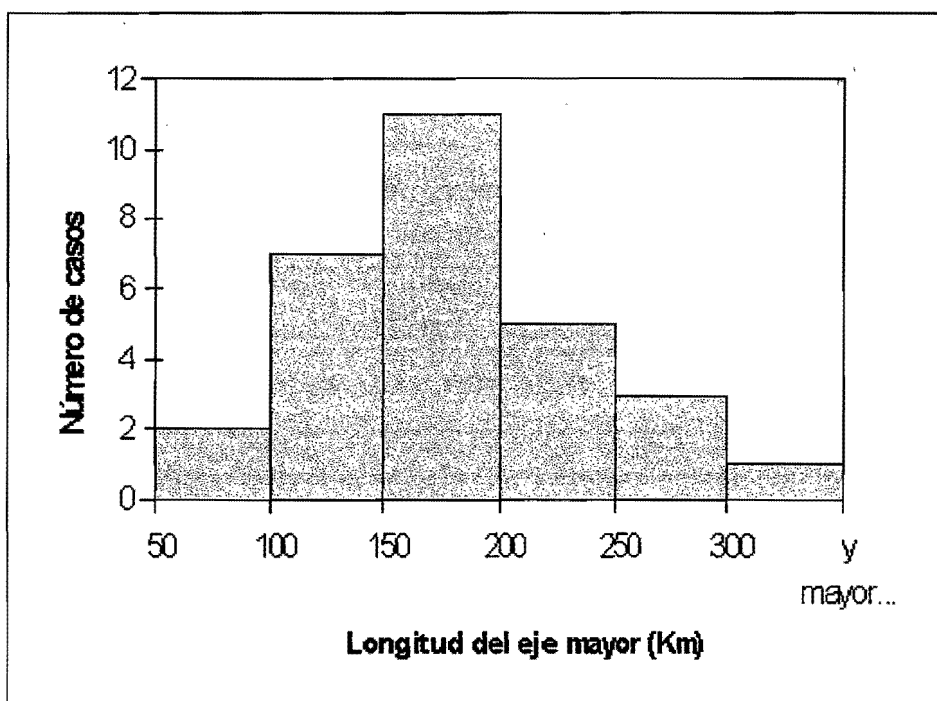


Figura V.1.- Longitud del eje mayor en el momento de máxima extensión del área de $-52\text{ }^{\circ}\text{C}$.

V.2.2.- Extensión

Este parámetro se refiere tanto al área de la elipse que representa a los SCM como al área de estos medida directamente sobre la imagen de satélite, ya que por la forma de cálculo de las elipses el área coincide en ambos casos. Se toma como referencia para el tamaño la extensión más grande, medida bajo la isoterma de -52°C , a lo largo de todo el ciclo de vida de cada uno de los sistemas. El máximo número de casos se encuentran entre 40.000 y 60.000 Km^2 (figura V.2), con un valor medio de 56.989 km^2 .

Estos valores son superiores a los resultados de la climatología 1989-93, donde el máximo se encontraba entre 20.000 y 40.000 km^2 , con un valor medio de 41.443 km^2 . En la climatología del año 1994 el mayor número de casos se encontraba entre 50.000 y 75.000 km^2 , resultado más parecido al del año 1997.

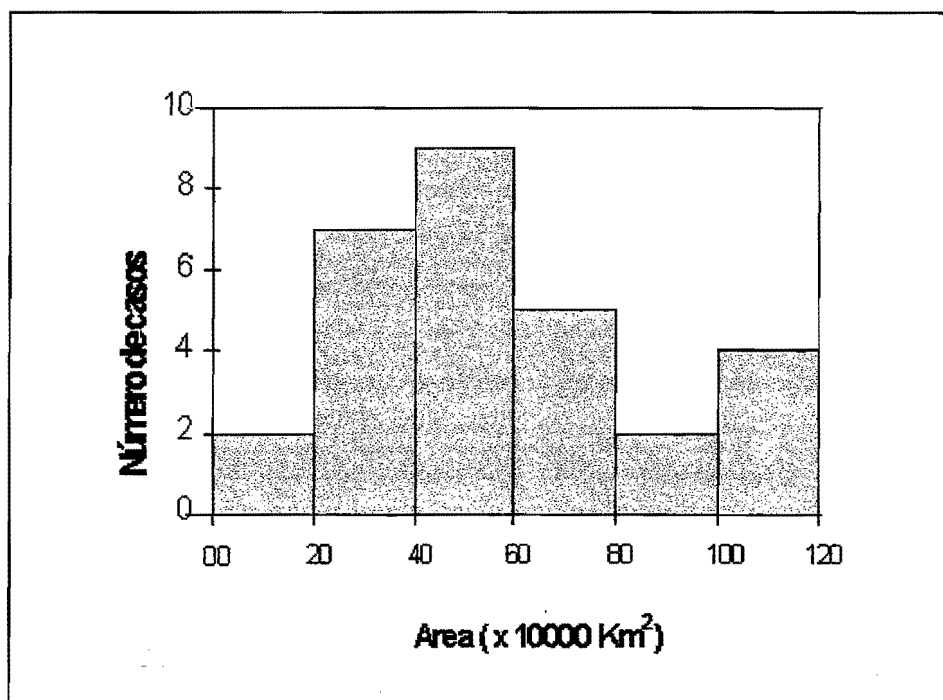


Figura V.2.- Extensión del área bajo la isoterma de -52°C en el momento de máxima extensión.

V.3.- Excentricidad

Este parámetro da una idea de la elongación que presentan los SCM y se calcula como el cociente entre el eje menor y mayor de las elipses en el momento de máxima extensión bajo la isoterma de -52 °C. La mayor frecuencia se encuentra entre 0.6 y 0.7 (figura V.3).

La excentricidad se calculó solamente para algunas climatologías anteriores y se utilizó el área de -32 °C, midiéndose los ejes de forma manual sobre la imagen por lo que los resultados no son comparables.

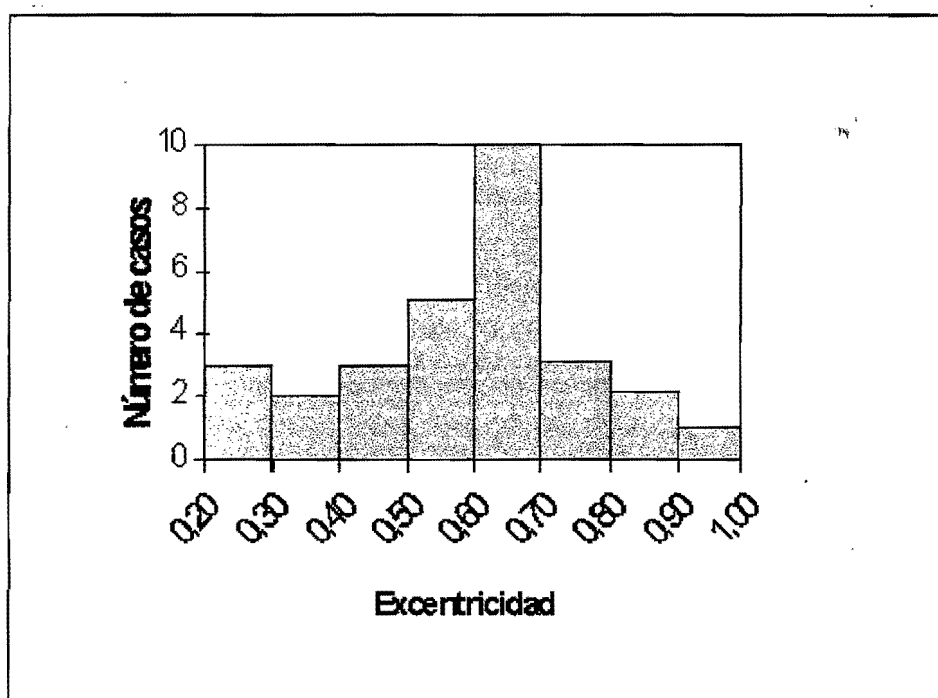


Figura V.3.- Excentricidad en el momento de máxima extensión del área de -52 °C.

V.4.- Temperatura mínima

Se mide la temperatura mínima que alcanzan los sistemas a lo largo de todo su ciclo de vida. El mayor número de casos alcanzan temperaturas entre -68°C y -70°C (figura V.4).

Los máximos obtenidos en otras climatologías reflejan temperaturas ligeramente más cálidas, por ejemplo, para la climatología 1989-93, el mayor número de casos se encuentran entre -64°C y -68°C , aunque existe un máximo secundario entre -68°C y -70°C , y para la climatología de 1994, entre -66°C y -68°C .

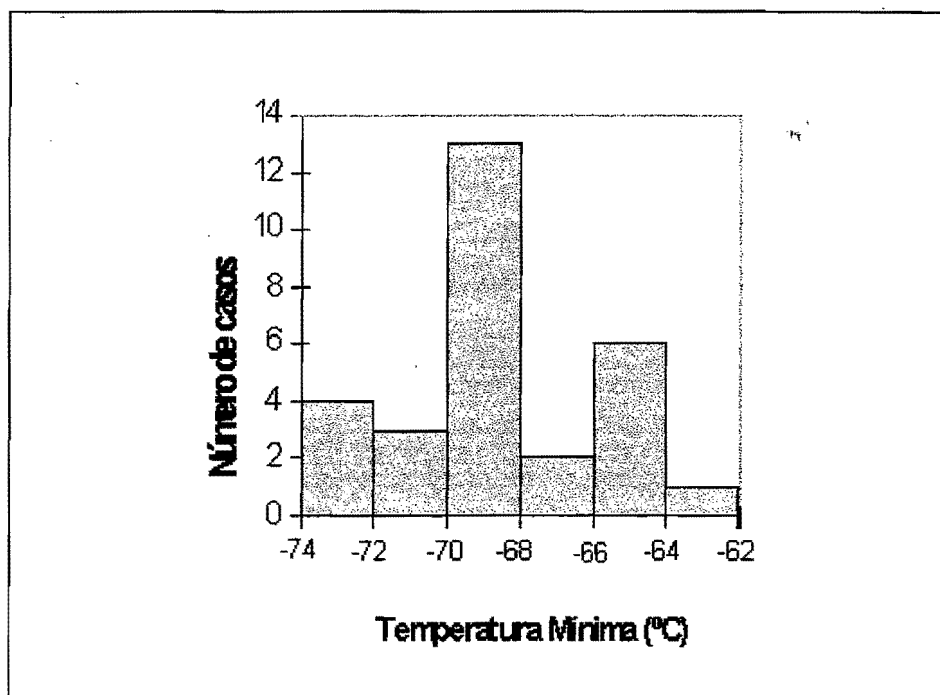


Figura V.4.- Temperatura mínima.

V.5.- Duración

La duración se ha medido desde el momento en el que se alcanza el tamaño de 10.000 Km², en el área bajo la isoterma de -52 °C, hasta que se pierde, es decir, desde el inicio (punto P2) hasta la disipación (punto P4). El mayor número de casos tienen una duración entre 6 y 9 horas (figura V.5), con un valor medio de 8:30 horas.

Este resultado es algo mayor al obtenido en la climatología 1989-93 en la que el valor medio fue de 6:30 horas. Con la climatología del 1994 no se puede comparar ya que la forma en la que se calculó la duración fue diferente.

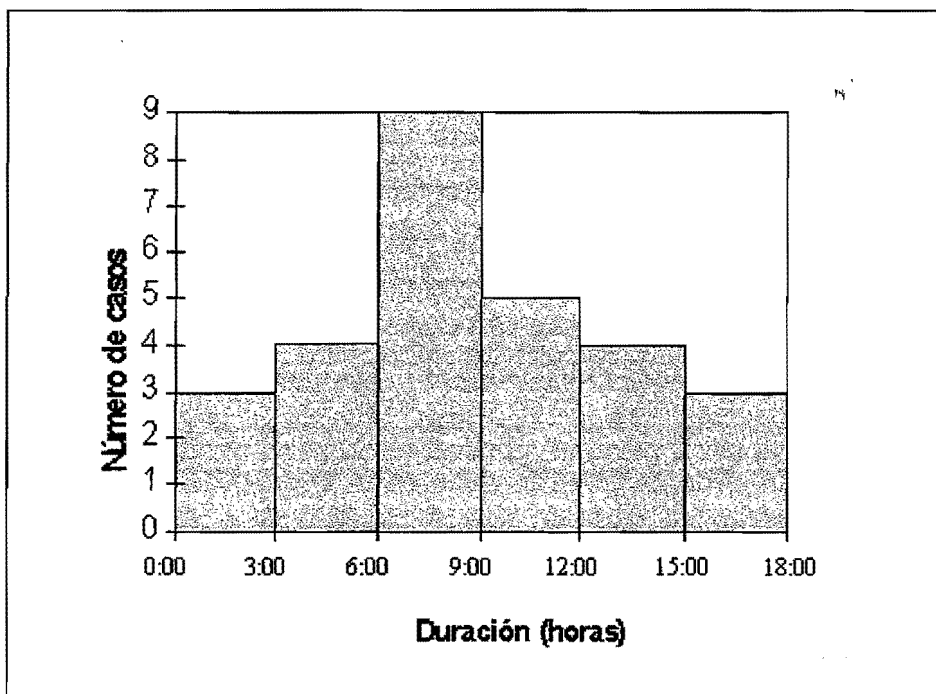


Figura V.5.- Duración desde que el área bajo la isoterma de -52 °C alcanza los 10.000 Km² hasta que pierde este tamaño.

V.6.- Ciclo diurno

En la figura V.6 aparece representado el ciclo diurno de los SCM de 1997. En blanco se representan las primeras tormentas (punto P1), momento en el que el área bajo la isoterma de -52°C es mayor que cero, y en gris el momento en el que esta área alcanza la máxima extensión. Las primeras tormentas suelen surgir durante la tarde y la máxima extensión se alcanza a primeras horas de la noche.

Estos resultados son comparables a los obtenidos en la climatología 1989-93, aunque los máximos para esta última, tanto para las primeras tormentas como para el momento de máxima extensión, están ligeramente más adelantados.

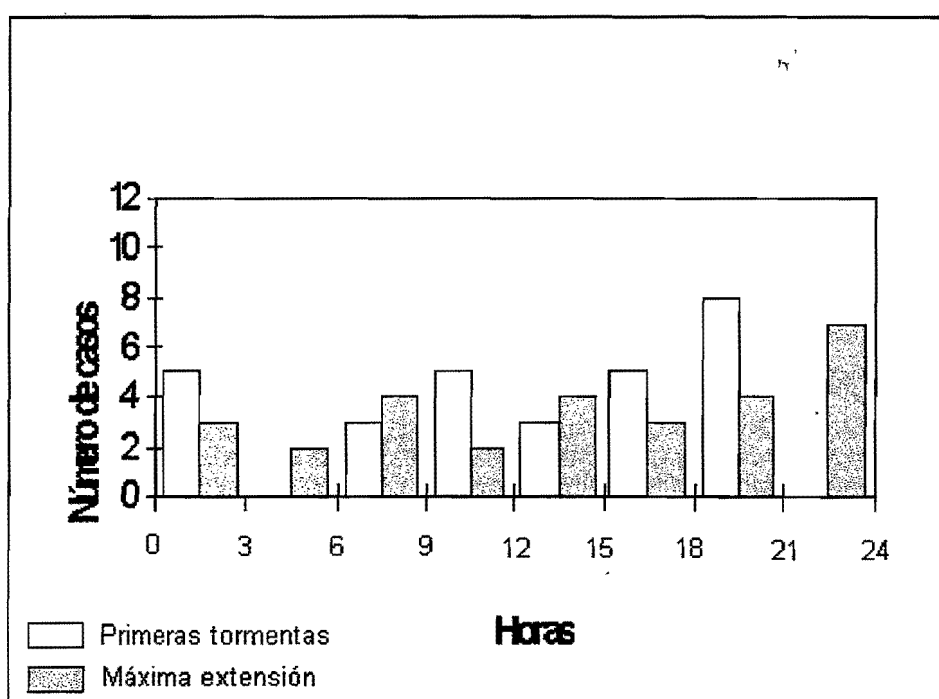


Figura V.6.- Ciclo diurno.

V.7.- Localizaciones

Los SCM de 1997 surgieron en su mayoría en tierra (68% terrestres frente a 20% marítimos), como se observa en la figura V.7, donde aparecen representadas las localizaciones de las primeras tormentas (punto P1). Hay que señalar también el gran número de SCM que surgieron en el norte de África y que penetraron en la ventana de estudio durante este año, 10 frente a 8 que surgieron dentro de la Península Ibérica. En la tabla V.2 se muestra el número de casos y frecuencia de sistemas que aparecieron en tierra y en mar, comparados con los datos obtenidos en la climatología 89-93.

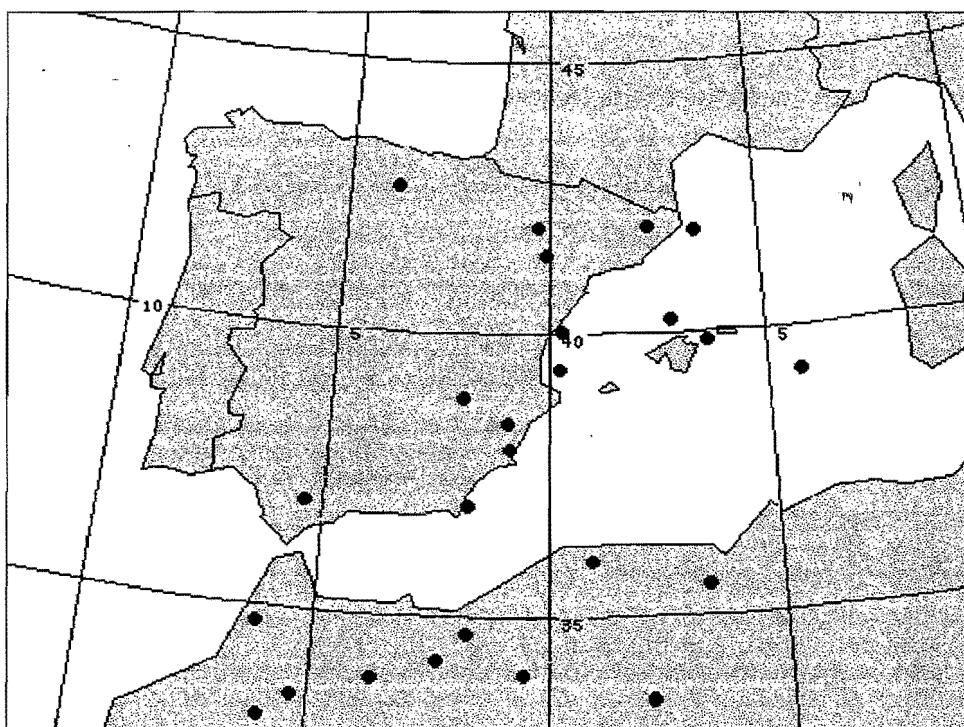


Figura V.7.- Localización de las primeras tormentas, punto P1.

Tabla V.2.- Localización del punto de primeras tormentas para las climatologías de los años 1997 y 1989-1993.

Climatología 1997	Tierra	Mar	Costeros
	17 (68%)	5 (20%)	3 (12%)
Climatología 89-93	Tierra	Mar	Costeros
	35 (64%)	15 (28%)	4 (8%)

En ambas climatologías los terrestres claramente dominan a los marítimos. Hay que señalar un número reducido de SCM costeros, no significativos frente a la cantidad de SCM terrestres.

V.8.- Movimiento

En la figura V.8 aparecen representadas las trayectorias de todos los SCM con los siguientes criterios:

- el punto negro representa la localización del punto P1 (primeras tormentas).
- cada inflexión en la trayectoria, representa el paso por un punto clave en el ciclo de vida, es decir, puntos P2 (inicio), P3 (máxima extensión) y P4 (disipación).
- cuando el punto inicial de la trayectoria se representa por una cruz con un punto pequeño en su centro significa que el punto P1 es desconocido y el primer punto representado es el P2. Esto pasa en los SCM B5, C2, F2 y K4.
- cuando en el extremo de las trayectorias aparece una pequeña línea vertical es debido a que se desconoce la posición del punto P4 y el último punto representado es el P3. Este caso se ha producido para los sistemas B1 y F1.
- Los puntos P2 y P3 se conocen en todos los casos, por lo que no ha habido ninguna dificultad a la hora de representarlos. El desconocimiento de algunos puntos P1 y P4 es debido a las fusiones entre los sistemas o a la falta de imágenes.

Salvo un número reducido de casos todas las trayectorias tienen direcciones hacia el NE y también se observa como, en algunos casos, son muy pequeñas. Al igual que se hizo para la climatología 89-93 y con objeto de estudiar las trayectorias con mas detalle, se dividieron por tramos de la forma siguiente:

- TRAMO23 ó tramo de crecimiento, desde P2 hasta P3.
- TRAMO34 ó tramo de disipación, desde P3 hasta P4.

Para aislar los tramos muy pequeños del conjunto total se adoptó también el criterio utilizado en la climatología 89-93, separando los sistemas que tienen velocidades muy pequeñas, SCM cuasi-estacionarios ($v < 15$ km/h), de los más rápidos, SCM móviles ($v = 15$ km/h) (Tabla V.3).

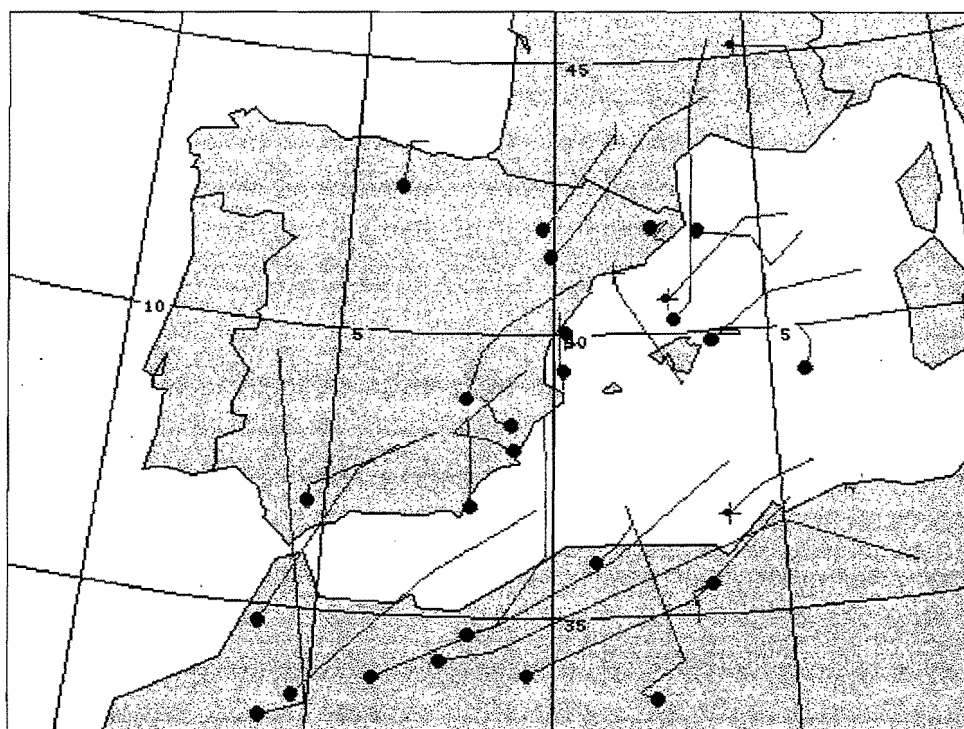


Figura V.8.- Trayectorias.

Tabla V.3.- Porcentaje de SCM cuasi-estacionarios frente a móviles.

	TRAMO23	TRAMO34	Total
Cuasi-estacionarios	7 (24%)	3 (11%)	10 (18%)
Móviles	22 (76%)	24 (89%)	46 (82%)
Total Muestra	29	27	56

V.8.1.- SCM cuasi-estacionarios

El número de SCM cuasi-estacionarios es muy reducido comparado con el número de SCM móviles, de un total de 56 tramos solamente el 18% (10 casos), son cuasi-estacionarios. De ellos, 7 casos (sistemas C5-6, F1, H2, H3, I4, I7 y K4) pertenecen al TRAMO23 y 3 casos (sistemas C5-6, I6 y I7) al TRAMO34, resultado que parece indicar que en el tramo de disipación los SCM aumentan su velocidad. En la tabla V.4 se compara la climatología de 1997 con la de 1989-93, y se puede ver que los resultados son muy similares. En esta última, aparece más acentuado incluso el hecho del menor número de casos en el tramo de disipación frente a la de crecimiento.

Tabla V.4.- Comparación de porcentajes de número de SCM cuasi-estacionarios frente a móviles para las climatologías 89-93 y 97.

	TRAMO23	TRAMO34
Climatología 1989-93	16%	2%
Climatología 1997	24%	11%

Es significativa la distribución tierra-mar obtenida para este año (Tabla V.5), frente a la obtenida en la climatología 89-93 ya que se obtiene una diferencia más acusada entre el número de casos terrestres (TRAMO23: F1, H2, H3, I4, I7, K4 y TRAMO34: I6, I7) frente a los marítimos (TRAMO23: C5-6 y TRAMO34: C5-6). Sin embargo, aunque este resultado parece indicar que las trayectorias terrestres favorecen la cuasi-estacionariedad, no nos atrevemos a dar como válida esta conclusión ya que, si se observa la figura de trayectorias de toda la muestra de 1997 (Figura V.8), la gran mayoría de ellas son terrestres.

Tabla V.5.- Distribución Tierra/mar de los SCM cuasi-estacionarios para las climatologías de los años 1997 y 1989-1993.

Climatología 1997	TRAMO23	TRAMO34	Total
Tierra	6	2	8
Mar	1	1	2
Climatología 89-93	TRAMO23	TRAMO34	Total
Tierra	6	1	7
Mar	4	0	4

V.8.2.- SCM móviles.-

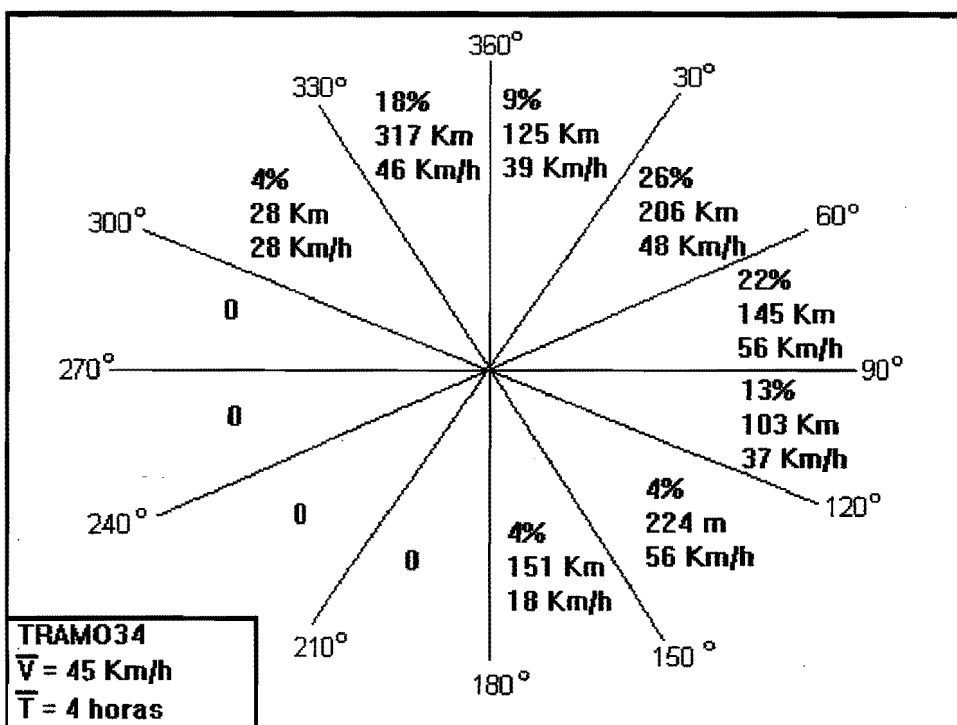
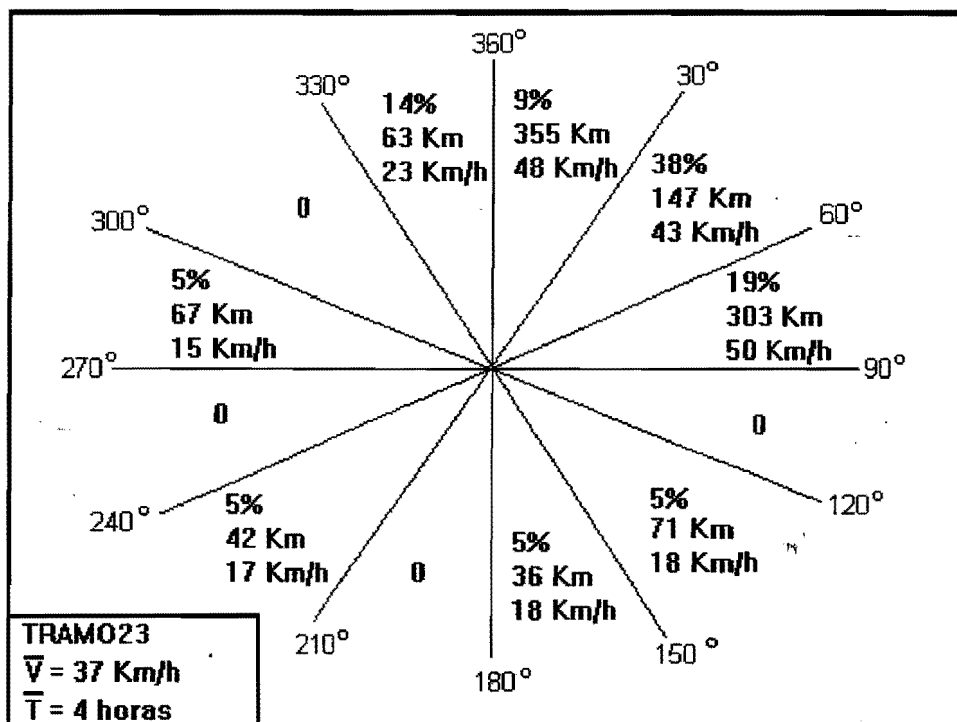
La Tabla V.3 indica claramente la supremacía de los sistemas móviles (82%) frente a los cuasi-estacionarios (18%). Para los móviles se ha estudiado cada uno de los tramos agrupándolos, dependiendo de la dirección de desplazamiento, en intervalos angulares de 30 en 30 grados. En las figura V.9, para el TRAMO23, y en la figura V.10, para el TRAMO34, se representan, para cada intervalo, el tanto por ciento de sistemas que se mueven en esa dirección, la distancia recorrida en km y la velocidad en km/h.

La gran mayoría se desplaza hacia el NE (entre 0 y 90 grados), 66% para el TRAMO23 y 57% para el TRAMO34. La velocidad media, considerando todas las direcciones, es mayor en el tramo de disipación (45 km/h) que en el tramo de crecimiento (37 km/h), resultado que está en la misma línea que el obtenido en el apartado V.8.1 donde se obtenían mayor número de SCM cuasi-estacionarios en el primer tramo. En cuanto al tiempo invertido en cada uno de los tramos se ha obtenido el mismo valor medio para ambos, 4 horas.

Finalmente, como se observa en la tabla V.6, los resultados anteriores están en general de acuerdo con los obtenidos en la climatología 89-93, aunque se observan algunas diferencias en las velocidades, son algo más grandes en la climatología 98-93, y en los tiempos invertidos, sobre todo el tramo de disipación con 2:30 horas frente a 4 horas en la climatología 1997.

Tabla V.6.- Características del movimiento de los SCM móviles para las climatologías 1997 y 89-93.

Climatología 1997	Desplazamiento hacia el NE	Desplazamiento hacia el SW	Velocidad media	Tiempo medio
TRAMO23	66%	5%	37 km/h	4 horas
TRAMO34	57%	0%	45 km/h	4 horas
Climatología 89-93	Desplazamiento hacia el NE	Desplazamiento hacia el SW	Velocidad media	Tiempo medio
TRAMO23	76%	0%	46 km/h	3 horas
TRAMO34	66%	0%	52 km/h	2:30 horas



Figuras V.9 y V.10.- Tanto por ciento de SCM, distancia recorrida y velocidad de desplazamiento en intervalos regulares de 30 en 30 grados para el TRAMO23 y TRAMO34. El ángulo refleja la dirección hacia la que se mueven los SCM.

VI.- CONCLUSIONES

Durante los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre de 1997 se han archivado un total de 29 SCM y, al igual que en climatologías anteriores, la mayor parte de ellos (25 sistemas) surgieron durante el mes de Septiembre. Parece ser, pues, que este mes es el más favorable para la aparición de SCM, con gran diferencia frente al resto de los meses del año.

El procedimiento ha quedado casi totalmente automatizado, salvo la identificación de un mismo sistema en imágenes consecutivas que se realiza de forma manual. Aún con esta excepción, el tiempo necesario para el proceso de análisis de las imágenes IR ha quedado reducido de forma considerable, siendo posible pensar ya en el estudio de SCM en tiempo real, tarea impensable en años anteriores.

En cuanto a las características de la muestra del año 1997 se han comparado casi todas ellas con la climatología 89-93 (Nota Técnica N° 29 del STAP), ya que los criterios de estudio han sido muy similares, y siempre que ha sido posible con climatologías anteriores. Los valores más probables que caracterizan la muestra de 1997 se pueden resumir de la forma siguiente:

- *Tamaño.-*
 - *Longitudes* entre 150 y 200 km, medidas en el momento de máxima extensión del área bajo la isoterma de -52°C .
 - *Extensiones máximas* entre 40.000 y 60.000 km^2 medida bajo la isoterma de -52°C .
- *Excentricidad.-* Entre 0.6 y 0.7 calculada a partir del eje mayor y menor, en el momento de máxima extensión del área bajo la isoterma de -52°C .
- *Temperatura mínima.-* Entre -68 y -70°C alcanzada en cualquier momento del ciclo de vida de cada sistema.
- *Duración.-* Entre 6 y 9 horas. Se calcula desde que el SCM alcanza los 10.000 Km^2 hasta que pierde este tamaño, tomando como referencia el área bajo la isoterma de -52°C .
- *Ciclo diurno.-* Las primeras tormentas suelen surgir durante la tarde (área de $-52^{\circ}\text{C} > 0$) y la máxima extensión se alcanza a primeras horas de la noche (área de -52°C máxima).
- *Localizaciones.-* Mayoría de SCM terrestres, 68% frente al 20% de marítimos y al 12% de costeros.

- *Movimiento.*- Mayoría de tramos móviles ($v = 15$ km/h), 82% frente al 18% de tramos cuasi-estacionarios ($v < 15$ km/h).

En cuanto a los tramos móviles la velocidad media en el tramo de crecimiento ha sido de 37 km/h y en el de disipación de 45 km/h. El tiempo medio invertido en cada uno de los dos tramos ha sido de 4 horas.

La mayoría de los SCM se desplazan hacia el NE (66% en el tramo de crecimiento y 57% en el de disipación) y prácticamente ningún sistema se desplaza hacia el SW (5% en el tramo de crecimiento solamente).

Los resultados obtenidos en 1997 han estado en la misma línea que los obtenidos en la climatología 89-93, aunque cabe destacar algunas diferencias significativas:

- La extensión de los SCM, medida bajo la isoterma de -52 °C, ha sido mayor para la muestra de 1997 que para la de los sistemas de los años 89-93.
- La mayoría de las trayectorias para la muestra del año 1997 se localizan en tierra, mientras que en la del 89-93 se repartían uniformemente tierra-mar. Hay que destacar también el gran número de SCM africanos que se han contabilizado durante este año.
- El tiempo invertido en cada uno de los tramos es mayor a los valores medios obtenidos en la climatología 89-93 (en el tramo de crecimiento, 4 frente a 3 horas y en el tramo de disipación, 4 frente a 2:30 horas).

El ciclo de vida de los sistemas se ha estudiado a través de:

- la evolución temporal del área base (-52 °C en este caso) y del índice de volumen y
- la evolución de éste frente al área base.

En la primera de las gráficas es significativo el desfase entre ambas curvas, encontrándose en general primero un máximo relativo a la evolución en el Índice de Volumen seguido del máximo en el área base. Este desfase viene a confirmar cómo la convección profunda domina durante las fases iniciales del sistema mientras que en la madurez, aún existiendo todavía convección profunda, empieza a desarrollarse un área de topes algo más cálidos soportados por el ascenso a mesoescala, fruto de la circulación interna generada por el propio SCM.

La segunda de las gráficas utilizadas permite una representación alternativa del ciclo de vida mostrando la relación entre ambas curvas, en vez de la evolución temporal de ambas.

Los dos tipos de representación permiten describir de forma simple la evolución observada en los SCM y, al utilizar temperaturas de brillo muy bajas (siempre menores o iguales a -52 °C), permite una mayor facilidad en su aplicación a métodos automáticos de identificación y caracterización de SCM, en este momento proyecto prioritario en el STAP en lo concerniente al estudio de este tipo de sistemas nubosos.

VII.- REFERENCIAS

Arnaud, Y., Desbois and J. Maizi, 1992: Automatic tracking and characterization of African Convective Systems on Meteosat pictures. *J. Appl. Meteor.*, Vol. 31, pp. 443-453.

Canalejo, M., O. Carretero y R. Riosalido, 1993: Sistemas Convectivos de Mesoescala. CAMPAÑA PREVIMET MEDITERRANEO-90. Nota Técnica STAP N° 9. INM.

Carretero O., M. Canalejo y R. Riosalido, 1993: Sistemas Convectivos de Mesoescala. CAMPAÑA PREVIMET MEDITERRANEO-91. Nota Técnica STAP N° 12. INM.

Canalejo, M., O. Carretero y R. Riosalido, 1994: Sistemas Convectivos de Mesoescala. CAMPAÑA PREVIMET MEDITERRANEO-92. Nota Técnica STAP N° 14. INM.

Martín F., F. Elizaga, O. Carretero y R. Riosalido, 1994: Sistemas Convectivos de Mesoescala. CAMPAÑA PREVIMET MEDITERRANEO-93. Nota Técnica STAP N° 15. INM.

Elvira, B., O. Carretero y R. Riosalido, 1996: Sistemas Convectivos de Mesoescala. CAMPAÑA PREVIMET MEDITERRANEO-94. Nota Técnica STAP N° 24. INM.

Mcanelly, L. R. and Cotton, W. R., 1986: Meso-Beta Scale Characteristics of an episode of Meso-Alfa Convective Complexes. *Monthly Weather Review*. Vol. 114 pp. 1740-1770.

Riosalido R., A. Rivera and F. Martín, 1988: Development of a mesoscale system in the Spanish Mediterranean Area. *Proc. 7th Meteosat Scientific Users' Meeting*. Madrid 27-30 Sept. 1988. EUM P 04, 375-378.

Ricardo, R., 1996: Identificación y caracterización automática de células convectivas en volúmenes radar. *IV Simposio Nacional de Predicción*, Madrid, INM (en prensa).

Riosalido R., F. Elizaga, O. Carretero y F. Martín, 1998: Climatología de Sistemas Convectivos de Mesoescala en las proximidades de la Península Ibérica: Aplicaciones a la predicción de lluvias torrenciales. Proyecto CICYT CLI95-1776. Nota Técnica STAP N° 29. INM.

Wiener, G. and S. Yuter, 1992: A storm-cell extraction algorithm for parallel computers. Preprints, *25th Conf. on Radar Meteorology*. Amer. Meteor. Soc., Paris. 193-196.

Witt, A. and J. T. Johnson, 1993: An enhanced storm-cell identification and tracking algorithm. Preprints, *26th Conf. on Radar Meteorology*. Amer. Meteor. Soc., Norman, Oklahoma.

ANEXO I.-

Base de datos utilizada para el estudio estadístico:

- *SCM*.- Nombre.
- *Fecha1*.- Día juliano de punto P1.
- *HP1*.- Hora de las primeras tormentas (punto P1).
- *HP2*.- Hora de inicio (punto P2).
- *HP3*.- Hora de la máxima extensión (punto P3).
- *HP4*.- Hora de la disipación (punto P4).
- *INT23*.- Intervalo en horas desde el punto P2 hasta el P3.
- *INT34*.- Intervalo en horas desde el punto P3 hasta el P4.
- *INT24*.- Duración: intervalo en horas desde el punto P2 hasta el P4.
- *AREAMX*.- Area en el punto P3 en Km^2 .
- *RMA(KM)*.- Radio mayor en el punto P3.
- *RME(KM)*.- Radio menor en el punto P3.
- *EXC*.- $\text{RMA(KM)}/\text{RME(KM)}$.
- *TMIN*.- Temperatura mínima alcanzada.
- *IV*.- Índice de volumen máximo.
- *LATC1/LONC1*.- Latitud/Longitud del centroide para el punto P1.
- *LATC2/LONC2*.- Latitud/Longitud del centroide para el punto P2.
- *LATC3/LONC3*.- Latitud/Longitud del centroide para el punto P3.
- *LATC4/LONC4*.- Latitud/Longitud del centroide para el punto P4.
- *DIST23*.- Distancia en Km entre los puntos P2 y P3.
- *DIST34*.- Distancia en Km entre los puntos P3 y P4.
- *DIR23*.- Dirección meteorológica de movimiento desde P2 hasta P3.
- *DIR34*.- Dirección meteorológica de movimiento desde P3 hasta P4.
- *VEL23*.- Velocidad desde P2 hasta P3 en Km/h.
- *VEL34*.- Velocidad desde P3 hasta P4 en Km/h.

SCM	FECHA1	HP1	HP2	HP3	HP4	INT23	INT34	INT24	AREAMX	RMA(KM)	RME(KM)	EXC	TMIN	IV
B197	97244	15:00	15:30	18:30					65718	252	83	0,33	-68	37694
B397	97244	18:00	19:00	21:30	02:00	02:30	04:30	07:00	102573	337	97	0,29	-68	105244
B497	97244	19:00	20:00	23:30	03:00	03:30	03:30	07:00	49935	256	62	0,24	-65	32986
B597	97245	00:00	00:30	07:00	08:00	06:30	01:00	07:30	51516	132	124	0,94	-65	40606
B697	97245	07:30	09:00	13:00	15:30	04:00	02:30	06:30	63437	224	90	0,40	-66	34929
B797	97245	11:30	12:30	14:30	18:00	02:00	03:30	05:30	80829	193	133	0,69	-66	33262
C1	97256	14:30	15:30	18:00	19:00	02:30	01:00	03:30	39450	218	58	0,27	-68	47645
C2	97256	18:30	19:00	22:00	02:00	03:00	04:00	07:00	49991	175	91	0,52	-68	48876
C5-697	97257	19:00	23:30	02:30	03:00	03:00	00:30	03:30	17547	84	67	0,80	-64	14306
D197	97259	17:30	19:30	06:30	11:00	11:00	04:30	15:30	108674	225	154	0,68	-71	135386
D397	97260	14:30	15:30	21:30	01:00	06:00	03:30	09:30	118986	256	148	0,58	-71	127487
F197	97262	18:00	18:30	23:00	01:30	04:30	02:30	07:00	46652	137	108	0,79	-68	54268
F297	97263	00:00	01:00	05:30	07:00	04:30	01:30	06:00	59264	170	111	0,65	-72	54194
G197	97267	16:30	18:30	21:00	04:00	02:30	07:00	09:30	29210	118	79	0,67	-64	26876
G297	97267	15:00	17:30	19:00	19:30	01:30	00:30	02:00	16504	91	58	0,64	-63	14366
H197	97269	02:00	02:30	08:00	13:00	05:30	05:00	10:30	47460	158	96	0,61	-68	55750
H297	97269	18:00	18:30	21:30	08:00	03:00	10:30	13:30	70331	201	111	0,55	-72	88108
H397	97270	06:00	07:00	13:30	19:30	06:30	06:00	12:30	52921	156	108	0,69	-68	49733
H497	97270	10:00	14:00	17:30	02:30	03:30	09:00	12:30	68147	190	114	0,60	-73	108799
H697	97271	06:30	07:30	09:30	13:00	02:00	03:30	05:30	26796	144	59	0,41	-69	44396
I197	97271	20:00	21:30	02:00	09:00	04:30	07:00	11:30	61631	156	126	0,81	-68	83639
I397	97272	14:30	16:00	17:30	18:30	01:30	01:00	02:30	27115	120	72	0,60	-68	28093
I497	97272	15:00	15:30	01:00	07:30	09:30	06:30	16:00	112907	228	158	0,69	-71	123292
I697	97273	01:00	02:30	07:00	10:30	04:30	03:30	08:00	84679	196	138	0,70	-72	131006
I797	97273	10:30	12:00	15:30	18:00	03:30	02:30	06:00	37797	142	84	0,59	-65	33133
K297	97279	01:00	01:30	11:30	14:30	10:00	03:00	13:00	46166	196	75	0,38	-68	54010
K397	97279	11:30	13:30	19:00	00:30	05:30	05:30	11:00	43483	155	89	0,57	-65	28856
K497	97279	19:00	19:30	04:30	13:00	09:00	08:30	17:30	33106	154	68	0,44	-68	36840
K597	97280	09:00	10:30	12:00	13:00	01:30	01:00	02:30	39870	134	95	0,71	-68	35908

SCM	LATC1	LONC1	LATC2	LONC2	LATC3	LONC3	LATC4	LONC4	DIST23	VEL23	DIR23	DIST34	VEL34	DIR34
B197	41,88	0,31	42,04	0,14	43,70	-1,61			233	78	37			
B397	41,39	0,10	41,93	-0,61	43,79	-2,45	44,27	-3,92	255	102	35	129	29	65
B497	34,69	1,84	34,82	1,29	35,95	-1,28	37,67	-3,88	265	76	61	300	86	50
B597			40,61	-2,74	41,99	-4,61	42,00	-5,69	219	37	45	89	89	89
B697	41,82	-3,47	41,66	-4,76	41,11	-5,19	41,66	-5,97	71	18	149	89	178	47
B797	39,86	-3,70	40,18	-4,24	40,64	-5,05	40,87	-7,30	86	43	53	191	55	82
C1	41,90	-2,35	42,04	-2,78	41,74	-2,47	41,65	-2,81	42	17	218	30	30	109
C2			41,11	-1,47	40,79	-1,55	39,08	-2,94	36	18	169	224	56	148
C5-697	40,05	-0,30	39,77	-0,28	39,87	-0,63	39,84	-0,66	32	11	69	4	8	142
D197	34,23	2,36	34,41	1,29	36,55	-5,04	35,65	-7,83	620	56	66	270	60	111
D397	34,01	0,59	34,18	0,11	35,26	-2,96	36,92	-5,16	305	51	66	270	77	46
F197	35,53	-3,41	35,38	-2,99	35,08	-3,09			35	8	165			
F297			36,73	-3,86	37,21	-4,62	37,57	-5,73	86	22	51	106	71	67
G197	38,85	2,00	39,67	1,75	40,14	1,18	40,98	-0,68	71	28	43	183	26	59
G297	42,61	3,78	43,47	3,68	43,48	3,41	43,48	3,29	22	15	87	10	20	90
H197	34,70	6,19	35,02	6,01	37,45	4,34	37,94	3,52	309	56	29	90	18	53
H297	33,08	5,97	33,33	5,13	33,37	5,02	39,47	6,37	11	4	66	689	73	350
H397	36,85	5,34	37,15	5,35	37,35	4,80	38,19	2,68	54	8	65	208	35	63
H497	33,90	3,76	34,86	1,27	36,11	0,17	38,52	0,24	171	49	35	268	30	359
H697	39,31	-0,23	39,04	-0,24	39,43	-0,12	40,41	-0,13	45	23	347	109	31	0
I197	36,91	1,85	37,39	1,88	38,43	1,94	39,34	0,70	116	26	357	147	21	46
I397	35,96	-0,93	36,14	-1,27	36,60	-1,73	36,93	-1,63	66	44	39	38	38	346
I497	33,56	-2,18	33,71	-1,86	34,22	-2,73	36,54	-1,78	98	10	55	272	42	342
I697	37,94	0,91	38,14	1,52	38,22	2,28	38,51	1,98	67	15	278	42	12	39
I797	38,37	1,02	38,46	1,36	38,82	1,58	38,89	1,72	44	13	335	14	6	303
K297	40,26	-2,85	40,55	-3,22	44,14	-3,48	45,35	-3,99	400	40	3	140	47	16
K397	33,47	5,31	34,12	4,60	35,71	2,71	36,88	0,41	247	45	44	244	61	57
K497			45,23	-4,67	45,11	-6,00	43,80	-6,49	105	12	97	151	18	165
K597	39,21	-5,81	39,52	-5,94	39,78	-5,91	39,96	-5,68	29	19	355	28	28	316

NOTAS TECNICAS STAP

- **Nº.1 Sistemas Convectivos de Mesoescala. Campaña Previmet Mediterraneo-92. Parte I : Características segun las imágenes de satélite Parte II: Evolución de los sistemas convectivos**
R. Riosalido
Mayo 1991
- **Nº.2 Explotacion operativa de la combinacion de imagenes Meteosat 3 y 4.**
M. Isabel Jimenez
Abril 1992
(*Obsoleta*)
- **Nº.3 Principios generales de electricidad atmosferica: descargas electricas.**
F. Martin Leon y O. Carretero Porris
Abril 1992
- **Nº.4 Programa de analisis de sondeos mediante PC.**
R. Riosalido
Julio 1992
- **Nº.5 Temperatura potencial del termometro humedo: calculo y aplicaciones.**

A. Garcia Mendez
Octubre 1992
- **Nº.6 Consideraciones sobre la prediccion de nevadas. Resultados de la campaña 1991-1992.**
F. Elizaga Rodriguez
Octubre 1992
- **Nº.7 Sistemas frontales: localizacion y caracterizacion a partir de modelos numericos.**
A. Garcia Mendez y F. Elizaga Rodriguez
Octubre 1992
- **Nº.8 Obtención de secciones verticales en el SAIDAS: aplicaciones a la diagnosis y a la predicción.**
F. Elizaga Rodriguez y A. Garcia Mendez
Octubre 1992
- **Nº.9 Sistemas Convectivos de Mesoescala. Campaña Previmet Mediterraneo-90. Parte I : Características segun las imagenes de satelite Parte II: Evolucion de los sistemas convectivos**
M. Canalejo, O. Carretero y R. Riosalido
Marzo 1993
- **Nº.10 Guia Operativa SIRAM**
F. Martin Leon y L. De Esteban Jodar
Julio 1993
- **Nº.11 PAMIS. Procedimiento de Analisis a Mesoescala Interactivo en SAIDAS. Parte I: Formalismo Matematico. Parte II: Aplicaciones.**
A. Garcia y F. Elizaga
Octubre 1993
- **Nº.12 Sistemas Convectivos de Mesoescala. Campaña Previmet Mediterraneo-91. Parte I : Características segun las imágenes de satélite. Parte II: Evolución de los sistemas convectivos.**

- O. Carretero, M. Canalejo y R. Riosalido
Noviembre 1993
- **Nº.13 Caracterización de la convección estival en la Zona Centro. Campaña 1992.**
F. Martín, L. Esteban y R. Riosalido
Diciembre 1993
 - **Nº.14 Sistemas Convectivos de Mesoescala. Campaña Previmet Mediterraneo-92. Parte I : Características según las imágenes de satélite. Parte II: Evolución de los sistemas convectivos.**
M. Canalejo, O. Carretero y R. Riosalido
Marzo 1994
 - **Nº.15 Sistemas Convectivos de Mesoescala. Campaña Previmet Mediterraneo-93. Caracterización a partir de las imágenes de satélite, entorno sinóptico, mesoescalar y rayos.**
F. Martín, F. Elizaga, O. Carretero y R. Riosalido
Abril 1994
 - **Nº.16 Estudio de los Sistemas Convectivos de Mesoescala del 8-9 de Octubre de 1992.** F. Martín, L. De Esteban y M. Canalejo
Abril 1994
 - **Nº.17 Herramientas para el análisis de estabilidad en SAIDAS.**
F. Elizaga
Julio 1994
 - **Nº.18 STArPc: Software para Tratamiento y Análisis de datos radar en Pc.**
R. Riosalido
Octubre 1994
 - **Nº.19 Caracterización de la actividad tormentosa en la Zona Centro durante el verano de 1993.**
F. Martín León
Noviembre 1994
 - **Nº.20 TEMPO : Temas de Estudio de Meteorología y Predicción por Ordenador. Guía del Usuario Ver.2.0.**
R. Riosalido
Octubre 1996 (Versión 1.0 Enero 1995)
 - **Nº.21 Caracterización de la convección estival en la Zona Centro. Campaña de 1993**
B. Elvira, L. de Esteban, F. Martín, M. Lazcano y R. Masa
Septiembre 1995
 - **Nº.22 Campos y Trayectorias sobre superficies isentrópicas en SAIDAS.**
A. García Méndez y F. Elizaga Rodríguez
Septiembre 1995
 - **Nº.23 Actividad Tormentosa en la Península y Áreas Limítrofes durante el verano de 1994.**
F. Martín León
Septiembre 1995
 - **Nº.24 Sistemas Convectivos de Mesoescala. Campaña Previmet Mediterráneo-94. Características a partir de las imágenes de satélite.**
B. Elvira Montejó, O. Carretero Porris y R. Riosalido Alonso
Febrero de 1996
 - **Nº.25 Estudio del tornado de Sigüenza. Análisis de los ingredientes para la formación de tormentas severas.**
F. Martín León, R. Riosalido Alonso y L. de Estebán Jódar
Diciembre 1995
 - **Nº.26 Estudio meteorológico de la situación del 7 de agosto de 1997**

(Biescas).

R. Riosalido, J. Ferraz, E. Alvarez, F. Martín, F. Elizaga, A. Cansado, J.L. Camacho y A. Martín.

Junio 1997

(Nota Técnica Nº1 del CMT de Aragón, La Rioja y Navarra)

- **Nº.27 STArPcw : Software de Tratamiento y Análisis de datos radar en Pc bajo entorno windows. Guía del Usuario.**

R. Riosalido Alonso

Septiembre 1997

- **Nº.28 Sistemas Convectivos de Mesoescala-97. Caracterización a partir de las imágenes de satélite**

A. Martín, O. Carretero, P. Castro y R. Riosalido

Mayo 1998

- **Nº.29 Climatología Satélite de Sistemas Convectivos de Mesoescala en las proximidades de la Península Ibérica. Aplicación a la predicción de lluvias torrenciales.** Memoria final Proyecto CLI95-1776

R. Riosalido, F. Elizaga, O. Carretero y F. Martín

Mayo 1998

